

日本各地の河川について,河川水の下流に伴い主要陰陽イオン濃度が変化する様子

著者	西山 勉
雑誌名	東洋大学紀要 自然科学篇
号	54
ページ	167-230
発行年	2010-03
URL	http://id.nii.ac.jp/1060/00004080/

日本各地の河川について、河川水の下流に伴い 主要陰陽イオン濃度が変化する様子

西山 勉*

Pattern of Changes of Principal Anion and Cation Concentrations of River Water toward the Downstream Side in Rivers of Japan

Tsutomu Nishiyama

Abstract

The water chemistry including anion and cation concentrations was surveyed by sampling water at three points or more in Japanese rivers of Hokkaido, Honshu, Shikoku, and Kyushu. In other words, survey was made at more than one point on upstream, downstream, and intermediate sides of the river, which means that changes of water chemistry was traced toward the downstream side. Survey points were selected at equal distances as much as possible and water sampling was made from above a bridge. Though the downstream end reaches the sea, no sampling was made on the downstream side where the effects of the sea were prominent. Survey of rivers was done within a day as much as possible to facilitate understanding of the river condition. For certain rivers, the survey was made by changing the season and the year. An ion chromatography was used to measure anion and cation. For eight types of principal ion, such as Na, NH₄, K, Mg, Ca, Cl, NO₃ and SO₄ concentrations were ranked on the basis of sampling points for components, in addition to estimation of changes in the concentrations toward the downstream side. Then, at each sampling point, the sum of ranks of all components was divided by the number of components, and the quotient thus obtained was defined as the average ranking marks (Nishiyama, 2004). Changes of average ranking marks toward the downstream side were plotted in a

*東洋大学経済学部総合政策学科, 〒112-8606 東京都文京区白山5-28-20
Department of Policy Studies, Faculty of Economics, Toyo University
5-28-20, Hakusan, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8606, Japan
(東洋大学自然科学研究室 Natural Science Laboratory, Toyo University)

graph for consideration. The rivers surveyed were Sharigawa River and Kushirogawa River of Hokkaido, Kitakamigawa River, Arakawa River, Aganogawa River, Sekikawa River, Yuragawa River, Yodogawa River, Ashidagawa River, Goonogawa River, Abugawa River, Fukawagawa River and Asagawa River of Honshu, Yoshinogawa River, Niyodogawa River and Shimantogawa River of Shikoku and Chikugogawa River and Yamagunigawa River of Kyushu. The rivers surveyed reported up to now were also added when the summary table was prepared.

はじめに

河川中の河川水は高度が高い上流から高度が低い下流の海に向けて流れ下っている。その間に流域の様々な様子を移し込んで河川水は量的にもまた質的にも変わりながら、さらに支流からの情報を受けながら流れている。河川水の原水は海から供給される蒸気が凝縮した降水であり、その原水が地上にて地勢に則して集水した流れが河川である。そこで蒸気圧の低い無機成分は降水後に私たちの活動も含めた様々な要因で、大地から河川水に移り、河川水の水質を成したわけであって、河川水が上流から下流に流れる流れの内に、さまざまな大地の情報に移ることになる。すなわち河川水の下流に伴う水質変化を調べることで河川流域の様子がいろいろと分る可能性がある。

これまでに筆者らは日本の20余の河川について上記の目的で調査し報告しているが、ここではさらに北海道、本州、四国そして九州を流れる18水系22河川について、河川水中の陰陽イオン濃度などの水質を3ヶ所以上の調査地点にて採水して調べた。各河川は上流側、下流側とその間を1地点以上から採水しており、河川水の下流に伴う水質の変化を調べたことになる。最下流は海に至るので、海の組成が直接関与するような河口近くの採水は行わなかった。各河川の採水調査はできるだけ鉄道を利用し等間隔に採水し、かつできるだけ1日の内に行い、河川の状況を把握し易くした。季節を変え、年を変えて調査し比較検討した河川もある。採水は橋の上から行った。調査した河川は北海道地方では斜里川、釧路川、東北地方では北上川、関東地方では荒川、中部地方では阿賀野川、関川、近畿地方では由良川と淀川、中国地方では芦田川、江の川、阿武川、深川川、厚狭川、四国地方では吉野川、仁淀川、四万十川、そして九州地方では筑後川、山国川である。

採水した河川水は、イオンクロマトグラフを用いて陰陽イオンを分析し、下流に伴う濃度変化から流域の自然と環境について考察した。また濃度の変化を採水地点間の順位に変換して下流に伴う平均順位数の変化として河川を統一的にみた。

本文をⅠ部とⅡ部とに分け、Ⅰ部は今回調査した18水系22河川についての報告であり、Ⅱ部ではこれまでに調査・報告した河川を加えた日本の53水系69河川について下流に伴う平均順位数の変化を地方別にまとめて表にした。

Ⅰ部. 日本各地の河川について

1. 北海道東部を流れる斜里川と釧路川

2. 東北地方の東部を流れる北上川
3. 埼玉県を流れる荒川
4. 新潟県を流れる阿賀野川と関川
5. 京都府と大阪府を流れる由良川と桂川・淀川
6. 鳥根県と広島県を流れる芦田川と江の川
7. 山口県を流れる阿武川、深川川、そして厚狭川
8. 四国を流れる吉野川、仁淀川、そして四万十川
9. 九州の北部を流れる筑後川と山国川

II 部. 日本の河川

1. 北海道地方 2. 東北地方 3. 関東地方 4. 中部地方 5. 近畿地方 6. 中国地方
7. 四国地方 8. 九州地方

I 日本各地の河川について

I-1 北海道東部を流れる斜里川と釧路川

I-1-A 斜里川

斜里川は北海道東部にあり、知床半島の付け根部分にある斜里岳（1545m）と標津岳（1061m）から摩周湖の北部山麓を水源とする幹川流路延長 54.5km、流域面積 565.6km²の二級河川で、斜里にてオホーツク海に流れ出る。

斜里川の河川水を上流側から次の3地点、北海道斜里郡清里町字神威（札弦橋、図1中の地点番号1）、斜里郡清里町水元町（中央橋、地点番号2）、斜里郡斜里町字川上（川上橋、3）で採水した。それら地点名を便宜上JR釧路本線の最寄りの駅名を用いて札弦、



図1 北海道東部の白地図と斜里川（地点番号1～3）と釧路川（地点番号4～7）の採水地点
図中の地点番号は表1中の地点番号に一致する。

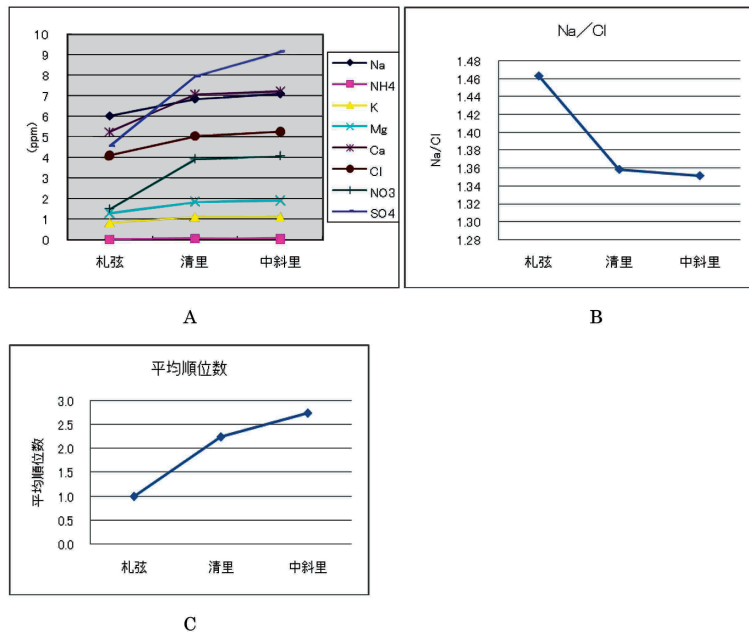


図2 斜里川の河川水の下流に伴う水質と平均順位数の変化 A: 2007年7月18日, B: Na/Cl, C: 平均順位数

清里、中斜里と以降記す。

採水地点は図1に北海道東部の白地図上に示した。

斜里川の採水は2007年7月18日、知床半島での採水は2007年7月19日に行った。

採水は各地点の橋上から流れの中央部あるいは最流速部で2回行い混合し平均化した。水温とpHはその場で測定した。採水試料は実験室に持ち帰り、濾紙とメンブランフィルター(0.2 μ m)で濾過後、陽陰イオンはイオンクロマトグラフを用いて分析した。分析した陽イオンはLi⁺, Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, 陰イオンはF⁻, Cl⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻である。なお、採水と化学分析に関する詳細は西山(1992)に記した。また以降のイオン種の表記はイオン電荷を省略した。

斜里川の河川水中の陰陽イオンなどの分析結果は表1(A)に、そして主要陰陽イオン及びNa/Cl値の下流に伴う濃度変化の様子をグラフ化して図2に示した。

斜里川は図2Aにみるように札弦から清里、中斜里と下流するにつれて、河川水中の成分濃度はいずれも増した。増加の様子は札弦から清里の方が清里から中斜里より大きく、特にSO₄とNO₃の増加が顕著である。

斜里川は円錐形をなす斜里岳(1547m)への降水を南麓から順次右回りに西麓、北麓そして東麓と集めながら下流して、斜里町にてオホーツク海に流れ出ている。斜里岳は知床半島の知床岳・遠音別岳・海別岳と阿寒・屈斜路カルデラの外輪山を結ぶ間にあり、その岩質は両山体の中間的な岩質となる安山岩・玄武岩からなり、南山麓から西山麓にかけては中―上部更新統の屈斜路火砕流堆積物が分布し、北山麓は後期更新～完新世の崖錐お

よび扇状地堆積物となる（日本の地質Ⅰ、1990）。このような後背地質とそこで育まれた植生と人の営みを反映した水質が斜里川に流れ入ることになる。

清里と中斜里地区の自然と環境に関連する統計データを人口密度、総土地面積に対する農耕面積と林野面積の割合、生産活動を面積当たりの製造品出荷額と加工して下の表2に示した。

表2 斜里川の各採水地点より上流流域の自然と環境に関連する統計データー

	人口密度 (人/ha)	可住地面積 (%)	都市計画 区域面積 (%)	市街化区 域面積 (%)	耕地面積 (%)	林野面積 (%)	製造品出荷額 等の程度(百 万円/ha)	備考
清里	0.14	32.05	—	—	22.77	67.95	0.10	清里町
中斜里	0.17	38.09	1.62	0.00	17.52	61.91	0.31	清里町、 斜里町

（農林水産省「わがマチ・わがムラー市町村の姿」 www.toukei.maff.go.jp/shityoson/map/map1.html, 2007.8.12 検索から加工）

清里の耕地面積の割合 22.8%はこれまでに調査した石狩川、天塩川、釧路川の流域では最も高い値となる。また清里、中斜里の NO_3 成分濃度は図 2A に見るように 4ppm であり、石狩川、天塩川、釧路川で調査した河川水の中で最も高く、清里、中斜里で耕作に伴う肥料などの影響が NO_3 を高めているようだ。 SO_4 の変化も NO_3 と類似し、農耕と関係するようだ。なお清里地区で作付面積の大きい作物は大麦、てんさい、牧草、青刈りとうもろこし、小豆などである。

採水地点の中斜里は海岸から距離 5km と海に近い。海水の主成分となる Na,Cl 成分をみると、中斜里は Na 7.11ppm, Cl 5.26ppm と斜里岳の南・東側すなわち海から離れる流域を持つ札弦の Na 6.02ppm, Cl 4.12ppm よりいずれも高く、中斜里で海水の影響は受けやすいようだ。Na/Cl 値を取ると札弦から清里で 1.46 から 1.38 に、中斜里では 1.20 と小さくなる。この減少を Na/Cl 値 0.55 の海水の影響とすると、単純計算では清里で 10%、中斜里で 40%の海水が混入したことに相当する Na/Cl 値の下げとなる。次の釧路川の項で触れるが上流域の摩周では Na/Cl 値が 6 と極めて高い値を示した。Na/Cl 値が斜里川の上流部で高いことは釧路川の上流部で高いこと関係すると指摘できよう。

さて、一般的に地質、植生などの類似する河川は下流に連れて河川水中の成分濃度は増加すると推測される。下流流域は上流流域より高度が低く、気温は下流で高い。そこで上流域の蒸留水的降水は下流域に移動するほど大地成分を河川水に溶解する。また一般的に高度が低くなると地形勾配は小さく、水の流れは下流域ほど遅い。そこで下流の河川水ほど大地との接触時間が長い。これらいずれも下流で河川水の成分濃度を高くする。しかし上流域に火口湖や火山活動由来の流れがあると上流側で濃度が高い河川水となる。詳しくは西山（2004）で述べた。最下流部は海水が関与し、必然的に成分濃度は高くなる。そこで河口付近の海水の影響が強い河川水は採水せず、また特に考察しなかった。

河川水中のある成分を注視した時、下流に伴う濃度変化について、上流より下流で成分濃度が増す場合を 1 パターン、変化が見られない場合を 2 パターン、そして減ずる場合を

3パターンとする。さらに支流などの混入などで、流れの中ほど（中流）にて濃度が最高となる場合をH、変化が少ない場合をM、濃度が最低となる場合をLとすると、先の3パターンと組み合わせて1L, 1M, 1H, 2L, 2M, 2H, 3L, 3M, 3Hの9つのパターンが識別でき分類できる。複数の成分を用いて総括的に河川の下流に伴う変化を把握するには、測定地点の濃度から測定地点間の濃度順位に変えて無名数化して、各地点での複数成分の平均順位を平均順位数（the average ranking marks: arm）と定義して、その平均順位数が下流に伴い変化する様子を先の6つのパターン：1L, 1M, 1H, 2L, 2M, 2H, 3L, 3M, 3Hに分類整理することが適切だと西山（2004）で提案した。河川水のどの成分に注視したらよいかは目的に応じて異なるが、ここでは河川水中の主要陰陽イオンとなるNa, NH₄, K, Mg, Ca, Cl, NO₃, SO₄の8成分を用いた。成分数を増す毎に河川は自然に近づき、河川は自然からの仕分けが弱くなる。これまでの検討結果を踏まえると8成分からNH₄とNO₃成分を除くとより河川の輪郭が見えるようだ。しかしここでは自然らしさを加味した河川認識を試みる関係から8成分を用いての検討を踏襲した。

斜里川についてこの平均順位数の下流に伴う変化を求め図2Cに図示した。斜里川は上流側の札弦から下流側の清里では下流に連れて単純に成分濃度が増加する1Mパターンであることが分かった。

知床半島中央には知床岳（1254m）、知床硫黄山（1640m）、羅臼岳（1661m）の火山が、さらに海別岳（1419m）と直線状に配置している。カルクアルカリ岩系の輝石安山岩で、第四紀の火山であり、知床硫黄山の北西山腹では1935～1936年に合計20万tの溶融イオウが水蒸気・熱水とともに噴出したという（日本の地質Ⅰ、1990）。知床半島はヒグマ、エゾシカ、キタキツネなどの野生動物やエゾマツ、トドマツ、ダテカンバ、ミズナラなど原始的な自然景観が残る秘境として世界遺産（自然遺産）に2005年（平成17年）7月17日に正式登録されている。

そのような自然味豊かな知床半島で3小河川から採水した。岩屋別川は羅臼岳（1660m）の西側斜面を流域としウトロ市街地から北東6kmの岩尾別にてオホーツクに流れ出るが、その上流には自噴する岩屋別温泉がある。チャラッセナイ川は遠音別岳（1220m）西側斜面を水源とする。この河川はウトロ市街地より南西5kmでオホーツク海に流れ出る。その河口近くで日本の滝百選に選ばれるオシンコシンの滝となるが、その滝の上部の滝見橋近くで採水した。そして知床半島の山には7月中旬でも残雪があるが、羅臼岳南の知床峠を根室海峡側に下ったところにあった小さな雪溪から羅臼湖に向う流れ（小川）から採水した。これら3河川水の水質を札弦での斜里川の水質と共に以下に示す。

	化学組成 (ppm)												
	Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃	SO ₄	Total	Na/Cl
岩屋別川	0.011	18.05	0.06	3.24	8.17	29.67	0.16	26.34	0.00	0.00	74.78	160.50	0.69
雪溪からの流	0.000	1.59	0.03	0.21	0.23	0.80	0.00	1.78	0.00	0.27	1.15	6.07	0.89
チャラッセナ川	0.000	4.87	0.04	1.37	1.40	4.08	0.00	10.12	0.00	0.76	3.91	26.56	0.48
斜里川 (札弦)	0.000	6.02	0.02	0.84	1.29	5.25	0.00	4.12	0.00	1.51	4.57	23.62	1.46

成分濃度を比較すると多くの成分で岩屋別川>チャラッセナ川>雪溪からの小川の濃度

の関係がある。

岩屋別川の河川水には SO_4 が 74.78 ppm と高い濃度となったが、雪溪からの流れは SO_4 が 1.15 ppm と低い。前者は上流に岩屋別温泉もあり大地の組成を、そして後者は降雪という大気の状態を、それぞれに反映した水質となる。河川の水質は自然環境と状況を物語ることを改めて確認できた。

チャラッセナ川の SO_4 値は斜里川の札弦での値に近い。Cl 値は斜里川の 2 倍ほどとなるが、Na 値は逆に小さい。すなわち Na/Cl 値が斜里川で 1.46 だがチャラッセナ川では 0.48 と低く、海水の 0.55 より小さい。

岩屋別川では Na/Cl 値が 0.69 であり、知床の火山岩からの河川水は Na/Cl 値が低いようだ。斜里岳の岩質が知床の岩質と屈斜路湖カルデラの外輪山の岩質の間にあることを先に記したが、それらの岩質を反映し河川水中の Na/Cl 値は知床の火山岩 < 斜里岳 < 屈斜路湖の外輪山の関係となるようだ。

I-1-B 釧路川

釧路川は北海道東部の河川で、屈斜路湖を水源とする。幹川流路延長は 154 km、流域面積は 2510 km² の一級河川で、釧路湿原を下流部流域に持ち、人口流路となる新釧路川から太平洋の釧路湾に注ぎ出る。

釧路川での採水は上流側から北海道川上郡弟子屈町朝日 1 丁目（万翠橋、地点番号 4）、川上郡標茶町川上 1 丁目（開運橋、5）、川上郡標茶町字サルボ（二本松橋、6）、釧路郡釧路町字鳥通原野（新丹頂橋、7）の 4 ヶ所で行った。それら地点名は以降 JR 釧路本線の最寄りの駅名である摩周、標茶、糖路、遠矢をそれぞれにあて、採水地点は図 1 に示した。また支流当別川の採水は摩周駅近くの川上郡弟子屈町中央 3 丁目（下鑑別橋）にて採

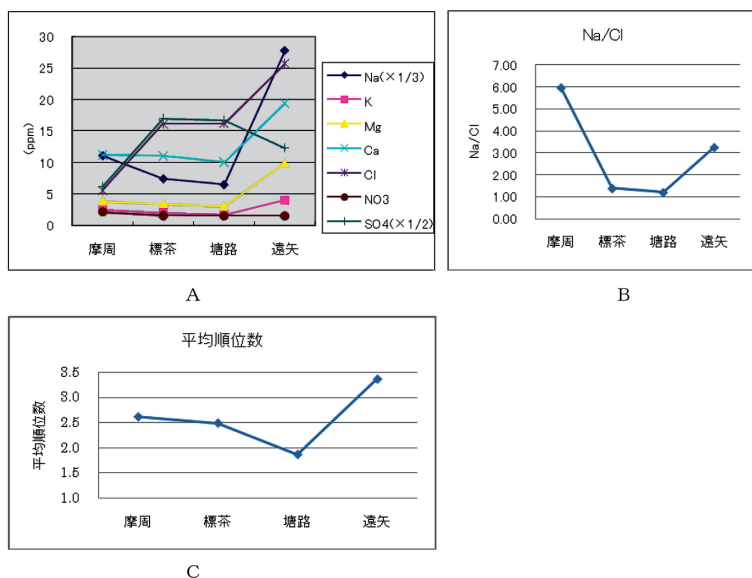


図 3 釧路川の河川水の下流に伴う水質と平均順位数の変化 A：2007 月 7 年 17 日，B：Na/Cl，C：平均順位数

水した。

採水日は2007年7月17日である。採水方法と実験方法はI-1-Aで述べた。

釧路川の河川水中の水質は表1(B)に示した。また主要陰陽イオンの濃度及びNa/Cl値の下流に伴う変化はグラフ化して図3に示した。

屈斜路湖からの流れは採水地点摩周まで直線距離で13km、その間は幅10kmほど高度500-700mの山地を流域としている。そこで摩周での釧路川の水質は屈斜路湖から流れ出る湖水に近いと推測する。

屈斜路湖の水質は、摩周での釧路川の水質とその採水地点の下流で釧路川に合流する鑑別川の水質とを比較することで、理解できよう。以下に比較する水質をppm単位で示す。

摩周	Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	Cl	NO ₃	SO ₄	Na/Cl
釧路川	0.02	33.35	0.00	2.58	3.88	11.28	5.61	2.16	12.37	5.95
鑑別川	0.00	9.22	0.04	0.78	2.48	11.09	5.08	2.13	10.94	1.81

NaとKそしてMgが釧路川で濃度が高い、すなわち屈斜路湖の水質は一価陽イオンの濃度が特徴的に高いようだ。摩周での釧路川はNa/Cl値5.95と極めて高く、屈斜路湖は高いNa/Cl値をもつことが推測できる。

標茶より下流域の釧路川は東側で別寒辺牛川と隣接する。別寒辺牛川は上流から下流まですべての河川区間が「自然性の高い河川区間」である河川として第4回自然環境保全基礎調査河川調査報告書（日本の河川環境Ⅱ、2004）の見開き写真に掲載されている。

標茶ではアトサヌプリ（硫黄山）から産出するイオウを使いマッチを大量に生産していたと土地の人が言っていたが、活火山硫黄山の影響で摩周から標茶でSO₄成分が増加する。屈斜路カルデラ内では大部分が低濃度Na-HCO₃泉であるが、和琴半島周辺でCO₂ガスをともなうNa-Cl泉、川湯温泉で高濃度Na-SO₄泉が湧出する。また知床半島基部から弟子屈温泉にかけての新第三系から湧出する温泉水は、大部分がCO₂ガスをともなう高濃度Na-Cl泉である。摩周湖南東の養老牛温泉はN₂ガスを伴うNa-Cl泉である（日本の地質1、1990）ようで、摩周～標茶間の釧路川は東より流入する支流仁多川、幾分内川、多和川などを介して川湯温泉と類似する起源によるNaとSO₄が供給されると推測できる。

塘路での採水地点である二本松橋はシラルトロ沼からの支流と塘路湖から支流の中間地点にあり、写真1左にみるように釧路川がシラルトロ沼と塘路湖を隔てている砂岩・礫岩を侵食している現場でもある。河川は大地に侵食、運搬、堆積の3作用を絶えず加え、地形を変え、己の流路を変える。

塘路から遠矢で水質が変化する要因は、釧路湿原自体からおよび東側に集水流域を広く持つ塘路湖からの寄与が大きいだろう。その流域は釧路湾また厚岸湾に河口を持つ別寒辺牛川、ホマカイ川、オリポロ川と隣接しての海からの影響を受けてNa,Cl濃度が高まるのだろう。

遠矢での河川水は褐色を呈しかつ塘路よりも水量は少ない。写真1右で見る遠矢・新丹頂橋より上流6km先で釧路川は直線化して分岐する新釧路川に大部は流れ、旧釧路川に流れ来る水量は少ないのである。釧路川の直線化は上流部の水はけを良くし釧路湿原減少



写真 1. 左：塘路の 2 本松橋より釧路川の上流側を見る 右：遠矢の新丹頂橋より旧釧路川の上流側を望む（いずれも 2007 年 7 月 17 日撮影）

の一因となっているようだ。

釧路川下流部の釧路湿原は日本で最大の湿原であり、丹頂鶴が飛来することでも知られている。1980 年にラムサール条約湿地に登録され 1987 年に国立公園に指定されている。北海道開発局の調べでは 1947 年 24570 ha あった湿地面積が 2004 年では 1750 ha と過去 60 年で 3 割、国立公園指定後でも 1 割減少したようだ。その内訳もヨシ群層からハンノキ林への大幅な植生変化があり乾燥化が進んでいるという。

摩周と遠矢での自然と環境に関連する統計データを人口密度、総土地面積に対する農耕地面積と林野面積の割合、生産活動を面積当たりの製造品出荷額と加工して下の表 3 に示した。

表 3 釧路川の各採水地点より上流流域における自然と環境

	人口密度 (人 / ha)	可住地 面積 (%)	都市計画 区域面積 (%)	市街化区 域面積 (%)	耕地面積 (%)	林野面積 (%)	製造品出荷額 等の程度 (百万円 / ha)	備考
摩周	0.12	20.03	3.99	—	13.17	67.25	0.03	弟子屈町
遠矢	0.10	27.79	1.99	0.00	21.88	66.52	0.13	弟子屈町、 標茶町

(農林水産省「わがマチ・わがムラー市町村の姿」 www.toukei.maff.go.jp/shityoson/map/map1.html、2007.8.12 検索から加工)

図 3C に平均順位数の摩周～塘路間での変化を示し、1L パターンとなり、塘路で最も低くなったが摩周と遠矢での平均順位数の差は少ない。この内容は次のようになる。カルデラ湖である弟子屈湖の湖水は成分濃度が高く、釧路川として下流する間に支流が流域から降水を集めて希釈する。だが標茶では活火山硫黄山から火山成分の負荷があって希釈効果が相殺された。遠矢では太平洋からの影響があり海水成分の寄与でその値を再び高めた。

I-2 東北地方の東部を流れる北上川

東北地方は本州の北部で南北に延び、その中央は奥羽山脈が、そしてその東側の太平洋側に北上山地がある。北上川は岩手県二戸郡一戸町西部境西岳東麓を水源地としてその両山脈間を北から南に岩手県、宮城県と流れ、太平洋に仙台湾内の石巻湾から流れ出る。北上川は幹川流路延長 249 km、流域面積 10150 km² であり、いずれも東北地方最大で、本邦でも 4 番目となる一級河川である。

北上川の採水は上流側より岩手県岩手郡岩手町大字江刈内（苗代澤橋、地点番号 8）、盛岡市盛岡駅前通（開運橋、9）、北上市川岸 3 丁目（珊瑚橋、10）、岩手県西磐井郡平泉町平泉（高館橋、11）、宮城県登米市登米町寺池（登米大橋、12）の 5 ヶ所で行った。採水地名は以降採水地点近くの JR 東日本東北線駅名から沼宮内、盛岡、北上、平泉、登米とそれぞれ以降表示し、採水地点は図 4 に示した。

支流の雫石川は盛岡駅に近い盛岡市上厨川（太田橋）、和賀川は北上駅に近い北上市九年橋 3 丁目（九年橋）、そして磐井川は一関駅に近い一関市中里（上の橋）でそれぞれ採水した。

また支流の江合川については上流側より宮城県大崎市鳴子温泉（鳴子大橋、地点番号、13）、大崎市岩出山下野目（新岩出山大橋、14）、宮城県遠田郡美里町北浦（中北橋、15）



図 4 東北地方の白地図と北上川（地点番号 8～12）と支流江合川（13～15）の採水地点
図中の地点番号は表 1 中の地点番号に一致する。

または美里町北浦（遠田橋）の3ヶ所で採水し、採水地点は図4に示した。

北上川水系の採水は2003年5月4日、2003年8月15日および2003年11月21日である。

採水方法と実験方法はI-1-Aと同じである。

北上川の北隣の河川は馬淵川である。馬淵川は七時雨山（1060m）の十三本峠を超えた北隣りであり、馬淵川は北に流れて八戸で太平洋に流れ出る。馬淵川の流域面積は北上川の20%程である。馬淵川では上流側より岩手県二戸郡一戸町西法寺（西法寺橋）と青森県三戸郡南部町大字玉掛（高瀬橋）の2地点で採水し、青い森鉄道の最寄り駅名より一戸、諏訪ノ平とそれぞれ示す。各採水地点での水質は以下に示す。

採水日	採水地点	化学成分（ppm）							
		Na	NH ₄	K	Mg	Ca	Cl	NO ₃	SO ₄
1991.4.29	一戸	3.79	0.04	0.74	1.60	7.11	4.21	2.50	3.01
1991.4.29	諏訪平	5.88	0.08	0.77	1.96	7.79	5.98	2.96	7.67
1991.8.5	一戸	4.06	0.27	0.94	1.76	6.88	4.92	3.68	3.59
1991.8.5	諏訪平	5.62	0.24	1.10	1.85	7.31	6.12	3.40	6.28
1991.11.1	一戸	4.70	0.21	1.04	2.04	8.81	5.66	3.88	3.91
1991.11.1	諏訪平	7.54	0.22	1.41	2.67	10.55	7.87	5.77	10.92
1996.2.2	一戸	6.62	0.14	2.45	2.51	12.34	7.73	3.91	6.08
1996.2.2	諏訪平	9.82	0.11	2.21	3.13	13.17	9.9	4.79	12.09

今回調査した北上川の最上流地点の沼宮内から馬淵川の採水地点の一戸までは直線距離で30km、分水地点は沼宮内から10kmほどである。この付近の地質は地質調査所日本地質図（1992）でみると、東側の北上山地が中生代ジュラ紀の付加コンプレックスの堆積岩類が分布し、七時雨山辺りは非アルカリ苦鉄質火山岩類からなり、西側の奥羽山脈側は第四紀の火山岩類の岩屑から成っている。また馬淵川の一戸近辺には新第三紀の堆積岩が分布している。4月と8月の調査時に馬淵川に濁りがあったことはこのことと関係するようだ。河川水の水質は一戸から諏訪平に下流する間にほぼ全ての成分で増加したが、北上川で沼宮内から盛岡までに見られた成分濃度の増加ほどではなかった。

北上川の河川水中の陰陽イオンなどの分析結果は表1（C）に示した。また主要陰陽イオン及びNa/Cl値の下流に伴う濃度変化をグラフ化して図5に示した。

北上川は沼宮内から盛岡に流れ下る間にCa, Mg, SO₄成分を著しく増す。

8月と11月の濃度比を取ると、沼宮内ではCa, Mg以外は1以上すなわち8月で濃度が高い。登米まで下流につれてその比の値は減ずる。ただし北上でその比は大きく減じる。NO₃は1を超えるが他の成分は沼宮内を除くと1以下となり11月で濃度が高かった。

Mg, Caは盛岡よりほぼ8月と11月で濃度は変っていないが、Kは最も変った成分であり11月で8月より4割ほど増した。秋の訪れで木々が落葉し、葉の無機主要成分が河川水中に移行したと考えられる。

雫石川と米内川が盛岡での採水地点より下流で北上川にそれぞれ東西から合流する。両支流の水質について雫石川ではその上流部の竜川の春木場で、また米内川では上米内で

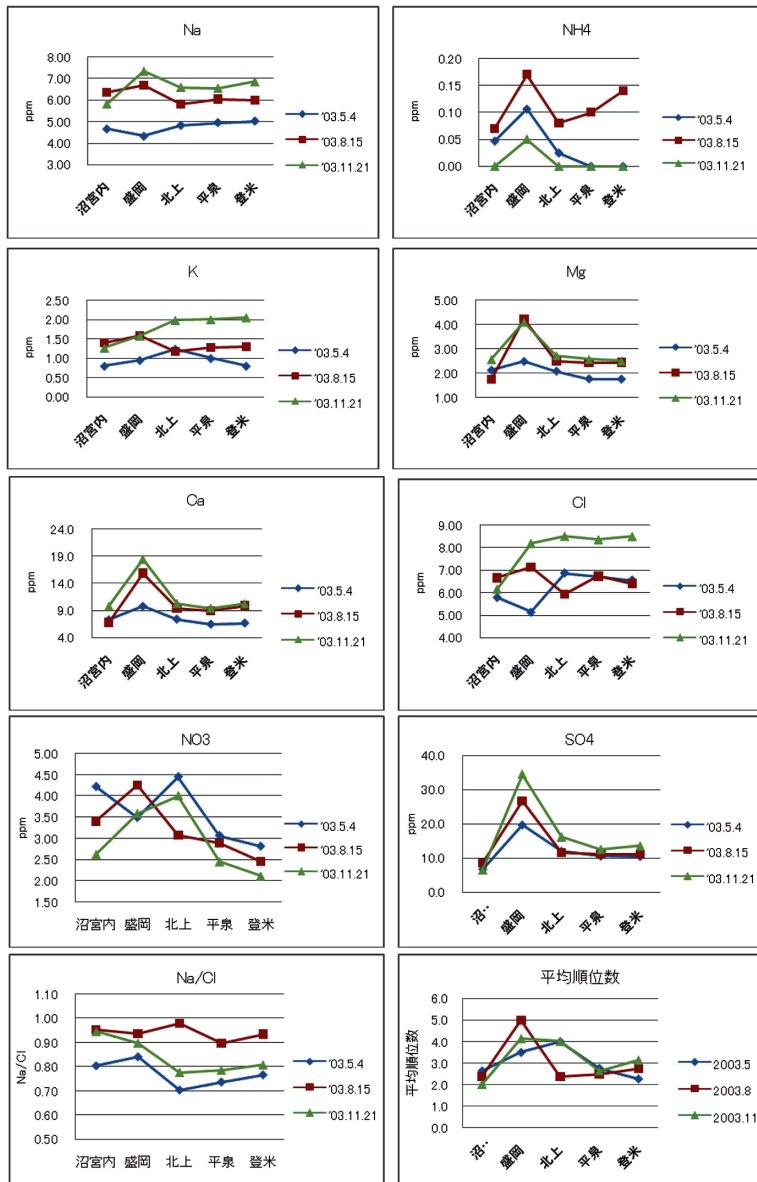


図5 北上川の下流に伴う水質と平均順位数の変化

1991年4, 8, 10月に調査し、 SO_4 値の平均値は米内川の1.63ppmに対して竜川は平均5.86ppmと高かった。このことを駒ヶ岳の火山活動と関係づけたが(西山、2000)、今回の盛岡での北上川の濃度より著しく低い。

盛岡の上流で沼宮内との中ほどの好摩近くで東側から松川が合流する。松川の上流域は八幡平であり、かつて硫黄鉱山として松尾鉱山が稼働していた。松川の流域は活火山となる八幡平、大深山、岩手山の東山麓に抱かれるようにあり、火山活動に起因する SO_4 成

分がその松川を通じて北上川にもたらされた結果、盛岡で SO_4 値が 19.73, 26.68, 34.43 ppm と高くなったと推測できる。なお、奥羽山脈を挟んで八幡平、大深山、岩手山の西側山麓を水源とする雄物川支流の玉川について船場で竜川と同時に調査したが SO_4 濃度は 18.09, 14.89, 16.51 ppm と高かった（西山、2000）。なおその流域には強い酸性硫黄泉として名高い玉川温泉がある。

北上から登米間は NH_4 と NO_3 成分を除くと成分濃度の変化は3回の時期とも小さい。 NO_3 成分はいずれの時期でも減少した。平均順位数の下流に伴う変化を図5に示したが、北上川は沼宮内から登米間では盛岡から北上で高い、1H~2H パターンとして捉えられるようだ。

支流の江合川が登米の下流で北上川に合流する。

江合川は江戸時代に河川改修される以前は北上川と合流せずに石巻湾に注いでいたようだ。鳴瀬川は江合川の南側に隣接して流れる流域 1130 km^2 の河川である。江合川の小牛田での採水の折遠田橋から南南西 5 km ほどにある鳴瀬川の野田橋（美里町青生）で 1991.4.27, 1991.8.3, 1991.10.3 の3回に亘り採水した。江合川の水質は表1(D)に示した。小牛田での鳴瀬川、江合川の両河川の平均水質は以下に示した。

河川	化学組成 (ppm)								
	Na	NH_4	K	Mg	Ca	Cl	NO_3	SO_4	Total
鳴瀬川	7.76	0.25	1.40	1.77	5.68	7.93	0.52	9.41	34.73
江合川	10.39	0.24	1.20	2.14	6.39	9.09	0.55	15.49	45.49

両河川は宮城県の北東部すなわち奥羽山脈の東山麓を流域とし、江合川は神室山地と荒雄岳（984 m）を流域とし、玉造温泉郷、鳴子峠を通る。鳴瀬川は船形山（1500 m）を水源とする河川である。荒雄岳、船形山いずれも第四紀の火山であり、荒雄岳で火砕流地帯が多く、また温泉地帯として取水もされている。鬼首温泉と鳴子温泉があるが前者は間欠泉、そして鬼首地熱発電所もある。泉質は含芒硝弱食塩泉などがあり、後者は硫化水素泉などである（白水晴雄、1994）。両河川は化学組成を成分間の ppm 単位でみた濃度の順位は同じとなる。しかし、両者の濃度比を取ると江合川が鳴瀬川に対し SO_4 1.65, Na 1.34, Mg 1.21, Cl 1.15, Ca 1.12 倍と高く、逆に K は 0.85 倍と低い。 NH_4 と NO_3 は 0.95 と 1.06 倍と両河川ほぼ変わらない。

特に SO_4 と Na が江合川で鳴瀬川より 1.65, 1.34 倍とそれぞれ高いのは、鳴瀬川流域より江合川流域で火山活動があり、また人為的に温泉水、地熱発電として盛んに利用していることの表れと解釈できよう。

図6に江合川の下流に伴う水質と平均順位数の変化を示したが、図6Dに見るように江合川は鳴子温泉～北浦間では1Mパターンの河川であった。

I-3 埼玉県を流れる荒川

荒川は埼玉県を流域とし、東京都を流れ通る一級河川で、流域面積 2940 km^2 は本邦第19位、幹川流路延長 173 km は本邦第15位となる。

埼玉県の面積は 3797 km^2 であるので、埼玉県の実に 74% は荒川水系の流域となり、特

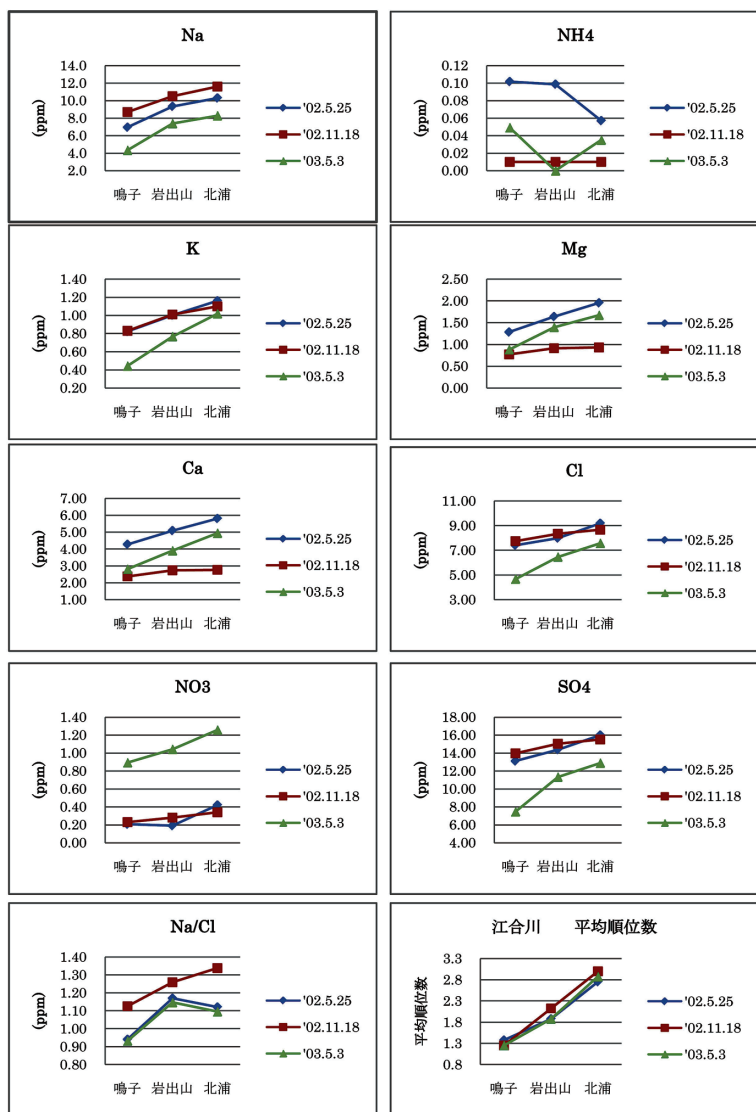


図6 江合川の下流に伴う水質と平均順位数の変化

に埼玉県の中中部・西部は荒川の自然そのものと言ってもよいだろう。

採水した地点は上流側より埼玉県秩父市荒川白久（白川橋、地点番号16）、秩父市近戸町（佐久良橋、17）、埼玉県秩父郡皆野町大字金崎（親鼻橋、18）、埼玉県大里郡寄居町大字寄居（正喜橋、19）、熊谷市榎町（荒川大橋、20）の5ヶ所であり、採水地点は図7に地点番号で示した。以降採水地点名を秩父鉄道の最寄の駅名から三峰口、お花畑、親鼻、寄居、熊谷としてそれぞれ記す。

採水は2003年2月10日、2003年5月30日および2008年10月3日に行った。

採水方法と実験方法はI-1-Aと同じである。



図7 関東と上信越地方の白地図と荒川（地点番号16～20）、阿賀野川（25～27）と支流只見川（21～24）、そして関川（28～30）の採水地点。
図中の地点番号は表1中の地点番号に一致する。

荒川の河川水中の陰陽イオン濃度などの分析結果は表1(E)に示した。また成分毎の下流に伴う濃度の変化をグラフ化して図8に示した。

三峰口より熊谷まで3回の調査とも ppm 単位の濃度で Ca と SO₄ が他の成分に比べ著しく高い値を示した。2003 年 10 月では SO₄>Ca の関係で SO₄ は 26～33 ppm、Ca は 24～30 ppm であり、下流に伴い増加する傾向があった。2003 年 5 月では三峰口で SO₄ 38 ppm、Ca 31 ppm と極めて高く、御花畑で両成分とも 16～17 ppm に減じ、以降熊谷で Ca 20 ppm、SO₄ 19 ppm と若干増加した。2008 年 10 月では全区間 Ca> SO₄ の関係で、三峰口から御花畑で若干濃度が減じ、それ以降熊谷に向け濃度が増した。御花畑での Ca 19 ppm、SO₄ 14 ppm が、熊谷で Ca 24 ppm、SO₄ 21 ppm となった。すなわち他の成分より濃度の高い Ca と SO₄ は三峰口で特に高く、一旦御花畑で減ずるが、御花畑から親鼻で増加しそれ以降熊谷まで濃度は高くなった。

図8に示した平均順位数でみると 2003 年 5 月では上流の三峰口でその値は高く 1L パターンの様相を呈した。他の 2 回の採水では 1M パターンと整理できたが、三峰口で平均順位数は 1 より高かった。

三峰口より上流部では白岩山 (1921 m) 近くに石灰岩が分布し、中津川では石灰岩に

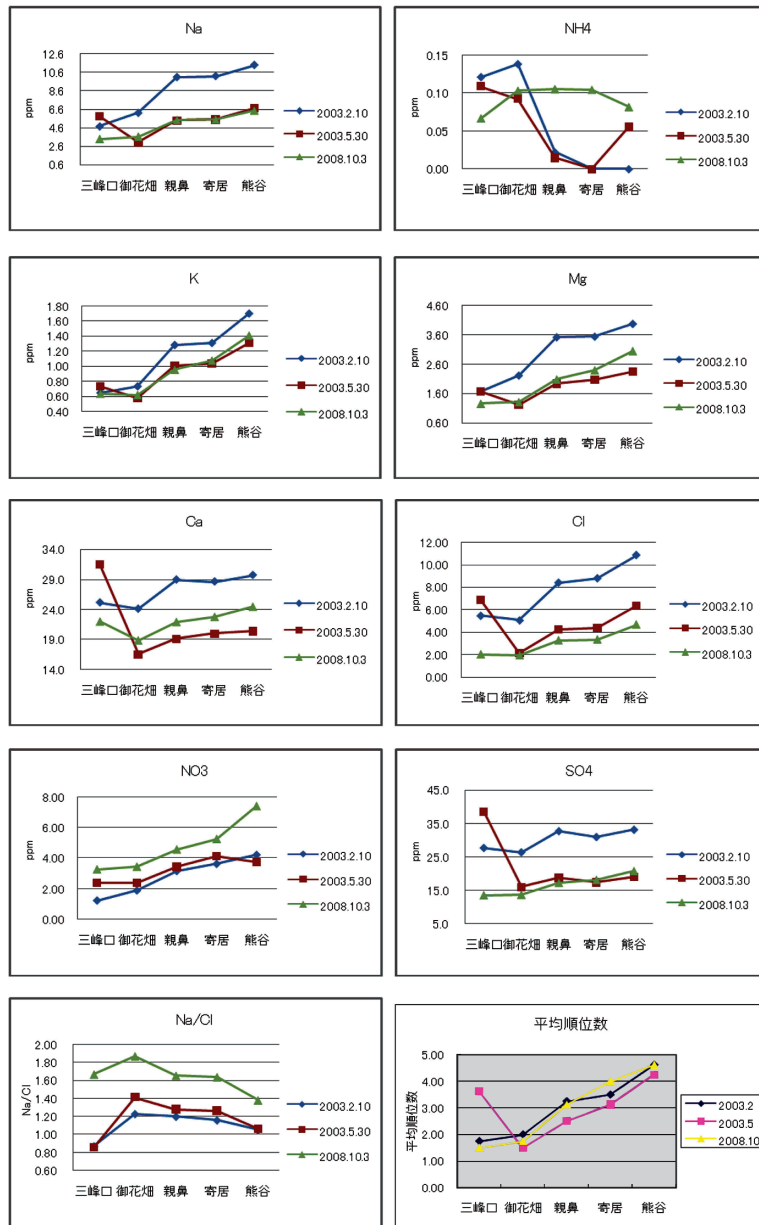


図8 荒川の downstream に伴う水質変化と平均順位数変化

形成された洞窟も多くみられるようだ (<http://www.verte.co.jp/pcc/>)。かつて石灰岩との接触鉱床として Zn, Pb, Cu, Fe などの鉱石を採掘した秩父鉱山は中津川流域にあった。現在結晶質石灰岩の採掘が坑道堀として中津川流域内で行われている。2003 年 5 月採水で三峰口で濃度が極めて高かったのは、大血川や中津川から荒川に特異的にもたらされたと推測する。「秩父源流水」なる商品名で市販されるミネラル・ウォーターは大血川の源

流の一つから採水されている。そのラベル表示（2006.03.25/A）では mg/100 g 単位で Na 1.98、K 0.05、Mg 0.15、Ca 1.6 とある。この値は Ca 16 ppm であり、下流部では濃度が増すと考えられる。

三峰口から御花畑の間で支流の浦山川が浦山ダムで堰き止められながらも荒川に流す水が、荒川の河川水より水質が安定しかつ Ca、Cl、SO₄ 成分は荒川より濃度が低く、2003 年 5 月のように荒川の水質を希釈すると推測される。

三峰口は深い渓谷である。60 m の高さに架かる白川橋（埼玉県荒川商工会のブログによる）から渓谷の上流を撮った写真を下左に示す。2003 年 5 月の採水時の撮影だが、この時は採水容器が水面に届かず近場の河原まで降りた。写真でも分かるが三峰口より上流は山地で森林地帯となる荒川の最上流域である。これまでに記憶にある深い渓谷に架かる橋は千葉県養老川の養老渓谷、宮城県北上川支流江合川の鳴門峡にもあった。

荒川について水源より河口までを上流、中流、下流の 3 区間に分けた時、寄居までが上流区間で、水源より三峰口まではその上流区間の更に最上流区間とされている（埼玉県、1987）。

武甲山（1295 m）は石灰岩から成る山で、セメントの原料として大量に採掘され、かつて高度 1336 m の山は小さく低くなった。下の中央写真は佐久良橋から荒川上流と武甲山の北面を見ている。武甲山は首をすくめているようみえるのは山頂の北—北東面が採掘場となっているからだ。採掘場を流域とする生川は横瀬川に合流する。横瀬川は石灰岩からなる二子山（882 m）を流域として御花畑と親鼻との間で荒川に合流する。横瀬川の採水調査はしていないが、Ca 成分を多く含み御花畑—親鼻間で荒川に合流して荒川に Ca 成分の増加をもたらしていると推測できる。



写真 2. 左：三峰口の白川橋から荒川の上流側をみる 中央：御花畑の佐久良橋より荒川の上流側をみる 武甲山 右：熊谷の荒川大橋から荒川下流を望む（いずれも 2003 年 5 月 30 日撮影）

Na、K、Mg、Cl 成分は Ca と SO₄ と同じ挙動を示した。御花畑から親鼻において秩父市市街地からの生活用水、またセメント工業などの活動も荒川の成分濃度を増加する働きに関係していよう。

それら成分は 2003 年 5 月での三峰口の濃度を除くと下流に伴い濃度が増加する傾向が認められる。御花畑から親鼻で濃度の増加は顕著であるが、親鼻から寄居にかけてはほと

んど変わらず、熊谷にかけてはこれら成分全てがまた増加している。

親鼻から寄居にかけては流域も狭くまた人的な活動も特に認められない。したがってその間での河川水の水質変化が少ないことと整合する。

寄居より熊谷にかけては扇状地を流れ、耕地面積も増加し、流域にはゴルフ場が多く、セメント工業、金属工業など産業活動が盛んとなり、荒川で成分濃度が増加することを説明できよう。写真2右は熊谷の荒川大橋からみる荒川下流への流れである。川幅は1kmほどで6kmほどそのまま東南東に進み、吹上町大芦で南にそれるが、それとても高所とはみえずそのまま地平線に広がるかのようだ。堆積された砂礫の中に一条の青黒い河道がみえる。この辺りは荒川の堆積物が堤防で支えられ周囲より高くなるいわゆる天井川であり、洪水のときは川幅いっぱいの水となるのだ。1947年9月のカスリーン台風で3kmほど先の左岸の久下堤が破堤している。

荒川の河川水はpHが三峰口の7.8-8.5が熊谷で9.2-9.5と塩基性を示す。この秩父地域は石灰石が広く分布し、その鉱業活動が盛なことと、河川水中のCa成分の濃度が高くpHが高いこととは整合している。

NO₃は下流につれて増加した。NH₄は2008年10月以外は寄居にて減少した。2008年10月のNH₄は、2008年10月でのNa/Cl値と同様な挙動をした。

Na/Cl値の下流に伴う変化の様子を図8でみると、支流浦山川はその値が高く、御花畑で荒川の値を高めたと推測される。Na/Cl値は御花畑より下流で減少し、熊谷で1.4-1.1になった。海水のNa/Cl値は0.55であり、下流につれて海水の影響が強くなると説明はできる。

I-4 新潟県を流れる阿賀野川と関川

I-4-A 阿賀野川

阿賀野川・阿賀川の採水地点は上流側から福島県喜多方市山都町字大山中（山都橋、阿賀川、地点番号25）、新潟県東蒲原郡阿賀町鹿瀬（鹿瀬大橋、26）、新潟県新潟市秋葉区中新田（阿賀浦橋、27）の3ヶ所であり、採水地点は図7に示した。それら地点名はJR東日本磐越西線の最寄り駅名を用いて山都、鹿瀬、新津と以降記す。

阿賀野川は上流で阿賀川と只見川とに分かれる。只見川については上流から福島県南会津郡只見町大字只見（常盤橋、地点番号21）、福島県大沼郡金山町大字川口（上井草橋、22）、福島県河沼郡柳津町大字柳津（観月橋、23）、福島県喜多方市高郷町川井（川井橋、24）の4ヶ所で採水した。採水地点は図7に示した。各採水地点名は以降最寄りのJR只見線駅名などを参考に只見、川口、柳津、井川とそれぞれ記す。

採水は2006年6月1～3日に行った。採水方法と実験方法はI-1-Aで示した。

阿賀野川は福島県と新潟県内を流れ、栃木県と福島県の県境にある荒海山（1580m）を水源とする阿賀川を上流河川とする。阿賀川は北流して猪苗代湖を水源とする日橋川と会津盆地の喜多方市にて合流し、日橋川の流れに沿うように西流して高郷町川井にて南より流れ来る只見川と合流する。会津盆地から山間を北西に流れて阿賀町から阿賀野市に入ると阿賀川は阿賀野川と名が変わり、五泉市にて新潟平野に入り新潟市松浜で日本海に流れ出る。阿賀野川は一級河川で幹川流路延長は210km、流域面積は7710km²で、流域面

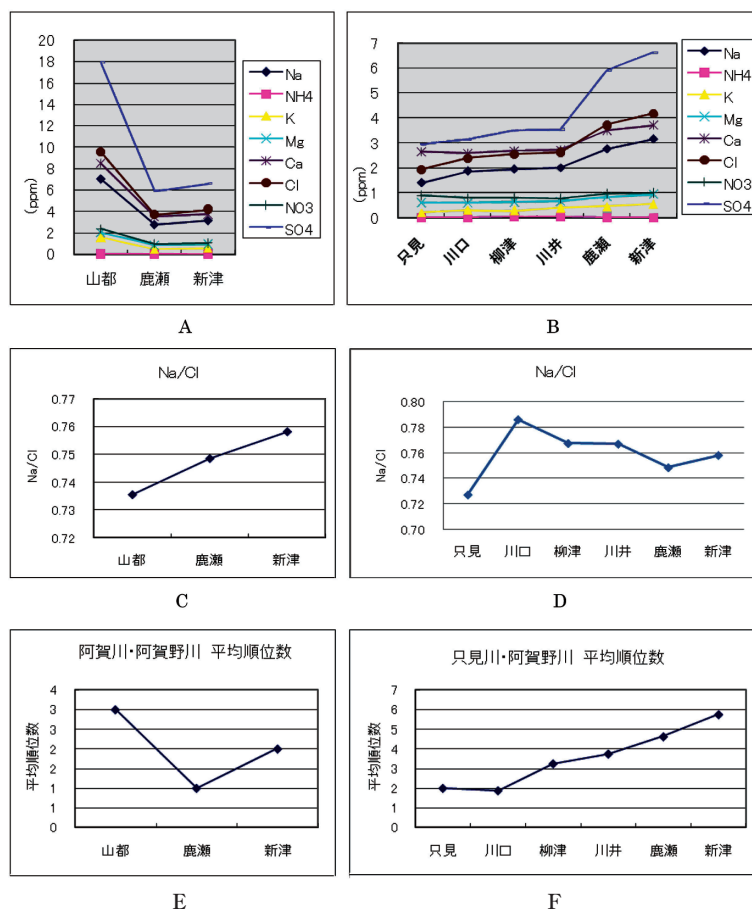


図9 阿賀川・阿賀野川の下流に伴う水質 (A, C) と平均順位数 (E) 変化、ならびに只見川・阿賀野川の下流に伴う水質 (B, D) と平均順位数 (F) の変化

積は本邦8位となる。

阿賀野川水系の河川水中の陰陽イオン濃度などの分析結果は表1 (F) に示した。また下流に伴う濃度の変化をグラフ化して図9に示した。

阿賀川は只見川と合流する手前の山都橋で採水した。一方の只見川も阿賀川と合流する手前の川井橋で採水した。両河川水を比較すると図9A,Bで見るように明らかに阿賀川で各成分の濃度が高い。阿賀川はここに流れ来るまでに活動中の活火山磐梯山などを後背地とする猪苗代湖、そして人口13万人の会津若松市が流域内にあり、火山活動に起因する大地の成分と人為的活動により排出される成分を多く含む。

そこで阿賀川の山城で順位数が阿賀野川の鹿瀬、新津より明らかに高くなり、阿賀野川は阿賀川を引き継ぐ山都から新津間では3Lパターンとなる (図9E)。

只見川は、図9Bに示したように只見から川井まで成分の濃度順は変わらずまた濃度も低いままその変化量も小さい。しかし図9Fで示した平均順位数でみると只見と川口はほ

ほぼ同じ順位数だが川口より下流ではほぼ1次の関係で阿賀野川の新津まで高くなり、川口から新津までの阿賀野川は1Mパターンの河川と分類できる。

只見川の川井の水質が阿賀川に加わり阿賀野川鹿瀬での水質は全体的に希釈される。只見川の流れに沿ってみれば阿賀川の合流で成分濃度が増しかつ $Ca > Cl$ が $Cl > Ca$ と濃度順位が変わる。只見川合流後の阿賀野川には実川、馬取川、鬼光頭川、奥川、笹川、安産川、長谷川の河川が合流するが、いずれも小河川である。そこでこれら小河川の水量を無視するか、その水質を只見川に類似するとして只見川の水量に加算した場合には、合流する阿賀川と只見川の水量の比を両河川の合流前後の水質変化（下表、ppm単位）から求めて下表の最下行に示した。計算方法に計算方法については1-8-C 四万十川の項で述べる。

河川	場所	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	Cl	NO ₃	SO ₄	Total
阿賀川	山都	7.02	0.05	1.55	2.05	8.47	9.54	2.37	17.93	48.98
只見川	川井	2.02	0.04	0.41	0.67	2.72	2.63	0.77	3.55	12.81
阿賀野川	鹿瀬	2.78	0.02	0.47	0.85	3.51	3.71	0.97	5.91	18.23
只見川水量／阿賀川水量		5.57	-1.50	17.32	6.40	6.28	5.39	6.95	5.09	

NH₄とKを除くとほぼ一定で平均値は5.95となり、只見川の水量は阿賀川の6倍となる。国土交通省北陸地方整備局のデーターによると阿賀川の流域面積が6060km²で内只見川は2799km²なので、阿賀川と只見川の合流点での両河川の流域面積は同じと考えてよい。国土交通省河川局のデーターによると阿賀野川流域の年間降水量は、会津地方は約1100mm、只見地方約2300mmで、更に1月に只見地方は300mmに対し会津地方は80mmであり、11月から2月にかけて只見地方で降水量が多く、かつこの時期は積雪もあろう。すなわち今回の調査で6月初旬の只見川の水量が阿賀川の6倍と求められたことは、両河川の流域面積によらずに両河川流域の降水の量的季節的な違いに因ると指摘できる。なお只見川の上流には奥只見ダム、田子倉ダムがあり、両ダムを管理する貯水、放水が只見川の水量に大きく関係しよう。

只見川の只見での河川水中の11成分の濃度和は10.73ppmであり、この値は表1中の今回採水した河川中で最も低い値である。これまでに調査した河川で低い値を示したのは木曽川の大桑で2003.11.15に採水した試料の9.20ppm、飛騨川の久々野で1997.5.26の9.58ppm、黒閉伊川の川内で1991.4.29の11.0ppmそして黒部川の樺平で2006.5.31の11.53ppmの値である。I-1-Aの項で示した北海道知床半島で雪渓からの小さな流れで6.07ppmの値を得たが、それは雪解け水であり、はじめに述べた河川水の源である水蒸気の凝縮した降水すなわち自然における蒸留水そのものである。只見川の只見での河川水はこれまでの調査で3番目に低い成分濃度の水質であり、日本の河川水の原水として扱える代表例の1つとなろう。

なお只見川は群馬県、新潟県、福島県内を流れる一級河川である。

I-4-B 関川

関川の採水地点は上流側より新潟県妙高市大字田口（兼俣橋、地点番号28）、妙高市大字西条（関川橋、29）、新潟県上越市東城町2丁目（中央橋、30）の3か所であり、採水地点は図7に示した。採水地点名は以降それぞれ最寄りのJR西日本信越本線駅名をあて

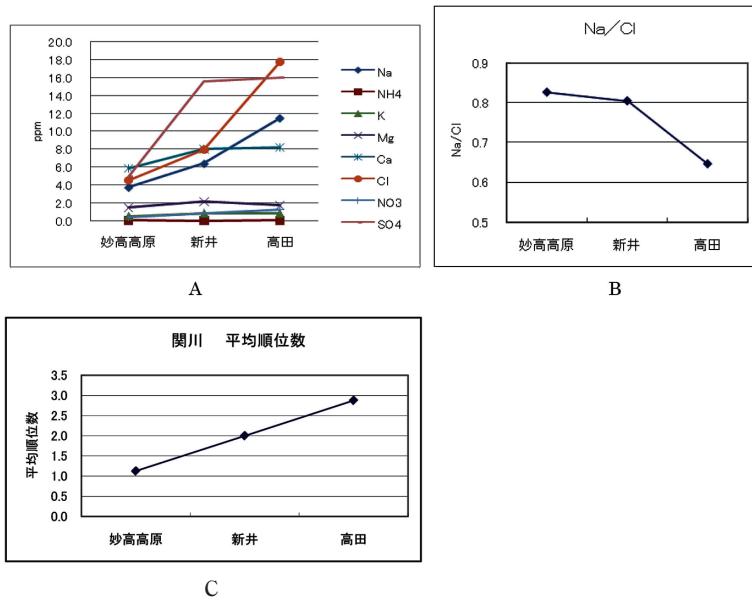


図 10 関川の下流に伴う水質変化 (A, B) と平均順位数 (C) の変化

て妙高高原、新井、高田として記す。

採水は 2006 年 5 月 31 日に行った。採水方法と実験方法は I -1-A で示した。

関川は流路延長 64 km、流域面積 1140 km² の一級河川であり、新潟市妙高市の焼山 (2400 m) を水源とし、妙高市、上越市と流れて高田平野に出た後日本海に注ぐ。

関川の河川水中の陰陽イオン濃度などの分析結果は表 1 (G) に示した。また関川の下流に伴う濃度の変化をグラフ化して図 10 に示した。

図 10A に見るように、関川は妙高高原、新井、高田と下流するにつれて成分濃度が増加する傾向がみられる。

特に SO₄ は、妙高高原から新井で濃度を 4.9 ppm から 15.6 ppm と大きな増加をし、Cl は新井の 7.9 から高田で 17.7 ppm と大きく増加した。

妙高高原より上流流域は焼山 (2400 m)、火打山 (2462 m)、妙高山 (2446 m)、赤倉山 (2141 m) の南斜面と黒姫山 (2053 m) の北側から野尻湖にかけてである。火打山以外は活火山であり、特に妙高山と黒姫山の噴出物が広く分布し、安山岩溶岩、火砕流堆積物、泥流堆積物などが、また火打山付近では新第三紀中新世の砂岩泥岩互層が、そして野尻湖周辺は更新世の下部洪積層が分布する。流域は高度の高い山地であり、妙高高原の採水地点でさえ海拔 500 m を超えていて、風化溶解作用は弱く、陰陽イオンの総和は 21.5 ppm と比較的低い。

妙高高原から新井にかけての流域は新第三紀中新世の砂岩泥岩互層、先の妙高火山からの火山活動に伴う火砕流堆積物、泥流堆積物、火山噴出物などが広く分布する。妙高高原から新井で SO₄ の増加が顕著でありまた Na, Cl も増加する。陰陽イオンの総和は 41.9 ppm となり妙高高原での値の倍となる。妙高山などの火山活動は温泉としても河川に成

分をもたらす。妙高山西麓の赤倉温泉は硫酸塩・炭酸水素塩温泉、燕温泉は硫酸塩泉、関温泉は含鉄のナトリウム - 塩化物、炭酸水素塩などの泉質であり、その質は郷田切川、大田切川を介して関川に入り、新井で関川の水質に影響したと考えられる。

新井の採水地点は日本海に向かって開いた高田平野への山間部からの出口にあたり標高も 70m ほどと低く、また妙高市の市街地も開けてくる。高田平野は第四紀の高田層・関川層からなり平野を囲む山地は新第三系の先魚沼層群が分布している。下流の採水地点高田は高田平野の西側にあり、日本海の直江津港から南 9km の地点にある。海からの影響を受け易くなり、また人口 21 万人の上越市の市街地と人的活動の影響も受ける。高田では Na, Cl の増加が顕著であり、また Na/Cl 値も新井の 0.8 から 0.65 と減少し、海水値の 0.55 に近づいた。高田での関川の水質は海からの影響も受けているだろう。

平均順位数から関川を図 10C にみると、平均順位数が下流に伴いほぼ 1 次の関係で増加しており、関川は妙高高原～高田間で典型的な 1M パターンを示した。

I-5 京都府と大阪府を流れる由良川と桂川・淀川

I-5-A 由良川

由良川の採水地点は上流側より京都府船井郡京丹波町小畑（金刀比羅橋、地点番号 31）、京都府綾部市川糸町（丹波大橋、32）、京都府福知山市宇猪崎（新音無瀬橋、33）、福知山市大江町波美（尾藤橋、34）の 4 ヶ所で、採水地点は図 11 に示した。支流の宮川は大江駅近くの福知山市大江町河守（新車瀬大橋）にて採水した。

由良川の採水地点名は最寄り駅名となる JR 西日本山陰本線の和知、綾部、福知山、そ



図 11 近畿地方の白地図と由良川（地点番号 31～34）と桂川・淀川（35～40）の採水地点
図中の地点番号は表 1 中の地点番号に一致する。

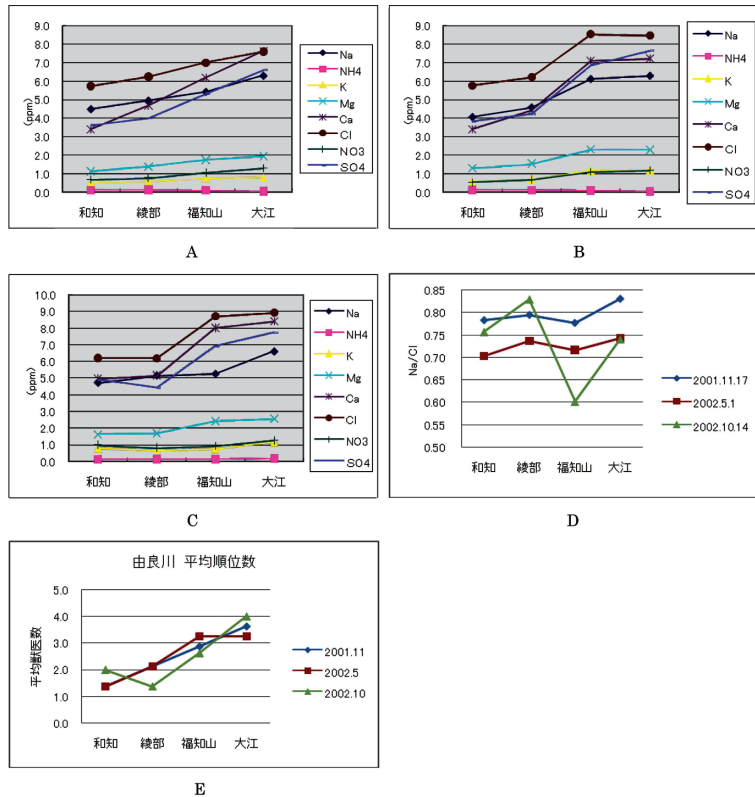


図 12 由良川の下流に伴う水質と平均順位数の変化 A：2001 年 11 月 17 日，B：2002 年 5 月 1 日，C：2002 年 10 月 14 日，D：Na/Cl，E：平均順位数

れに北近畿タンゴ鉄道宮福線の大江としてそれぞれ以降記す。

採水は 2001 年 11 月 17 日、2002 年 5 月 1 日と 2002 年 10 月 14 日の計 3 回行った。

採水方法と実験方法については I-1-A で示した。

由良川は京都府内を流れる幹川流路延長 146 km、流域面積 1880 km² の一級河川である。京都府と滋賀県境の三国岳 (959 m) を水源とし、京都市中央部を西進し、高屋川、上林川などの支流を集めて福知山盆地を流れて土師川と牧川を合流した後、流路を北に転じて宮津市栗田湾で日本海に注ぐ。

由良川の河川水中の陰陽イオン濃度などの分析結果は表 1 (H) に示した。また由良川の下流に伴う濃度の変化をグラフ化して図 12 に示した。

図 12 A-C から、3 回の調査で由良川の河川水は常に濃度の順位は ppm 単位でみると Cl > Ca, SO₄, Na ≧ NO₃ > Mg > K > NH₄ である。かつ多くの成分で下流するにつれて濃度は増加している。ただし NH₄ は逆に下流につれて減少する様だ。下流に伴い成分濃度が増加することは図 12 E に示した平均順位数が下流につれて高くなることから読み取れる。

2002 年 5 月の採水時は前夜から雨で早朝は強かったが採水時はパラパラ程度の雨に上がった。河川の水量は最も増していた。綾部では流れは泊緑色とやや濁り、福知山と大江

では水量多く濁りがあった。福知山地域では田起こしは済んで田に水を引く状態であった。分析結果を見ると 11 月時に比較し福知山での成分濃度が高いようである。田畑の耕作状態と増水が影響したかと思われる。2002 年 10 月の採水時が最も水量は少なかった。

平均順位数が 2002 年 10 月で上流側の和知で綾部より順位が高い (図 12E)。10 月に和知で濃度が高いのは、水量が 10 月で最も少なく、降水による希釈効果が弱く、また風化溶脱成分の河川水への付加がこの時期高いことが要因と考えられる。

由良川の流れは福知山での採水地点上流 1 km で大きく曲がり直角に向きを変えてくる。流の方向からみると支流土師川の流れが由良川の流れに素直に引き継がれている。支流土師川の流域は丹波層群の地層となるが、その流れが福知山での由良川の水質に影響を与えるだろう。

由良川の大江山駅近くに架かる 2 本の橋はいずれも欄干がなく採水時に怖さを感じた。大江山では支流宮川が流入する。宮川は大江山 (832 m) の東南山麓を流域とするがこの辺りは蛇紋岩、橄欖岩等の超塩基性火成岩が分布する。宮川で Mg が 11 月 3.14 ppm、5 月 3.32 ppm と由良川の 1.95 ppm、2.27 ppm よりいずれも高く、このことに因ろう。なお大江山の北西山麓では第二次世界大戦時に大江山鉱山がニッケル鉱石を露天掘りしていた。

先に図 12E でみたように、由良川は和知から大江間では 1M パターンの河川と分類できる。

Na/Cl 値は 0.6-0.9 の内にあり概して福知山にて減少するようである。海水の Na/Cl 値は 0.55 であり福知山の 2002 年 10 月の値はそれに近い。10 月時は増水していた。土師川の流入がこの変化と関係するのかもしれない。福知山での由良川は Na/Cl 値からみると海水起源の成分が多く、陸の岩石風化に伴い河川水に移動する成分が少ない。また特に人的活動に伴う河川水中への成分移動は認められず、由良川は自然見豊かな河川であると捉えることができよう。

I-5-B 桂川・淀川

淀川は琵琶湖を水源とし、京都盆地、大阪平野北半部を流れて大阪湾に流れ出る。幹川流路延長は 75 km だが、流域面積 8240 km² で本邦 7 位となる特異な地勢の一級河川である。桂川は京都府内を流れる一級河川で、淀川の支流となる。

桂川・淀川の採水地点は上流側から京都府南丹市園部町船岡 (一橋、地点番号 35)、京都府亀岡市千代川町今津 (月読橋、36)、京都市右京区嵯峨天龍寺造路町 (渡月橋、37)、京都市西京区嵐山上河原町 (38)、京都市伏見区淀水垂町 (宮前橋、39)、大阪府高槻市大字大塚 (枚方大橋、40) の 6 ヶ所であり、採水地点は図 11 に示した。採水地点名は JR 西日本山陰本線および京阪電気鉄道京阪本線の最寄りの駅名から充て、以降船岡、千代川、嵐山 (採水地点 37 と 38 の平均)、淀、枚方公園としてそれぞれ記した。

採水日は 2001 年 11 月 16 日と 2002 年 4 月 30 日に行った。

採水方法と実験方法については I-1-A で示した。

淀川・桂川の河川水中の陰陽イオン濃度などの分析結果は表 1 (I) に示した。また淀川・桂川の下流に伴う濃度の変化などをグラフ化して図 13 に示した。

上流の船岡より千代川、嵐山、淀と下流するにつれて濃度は増加するが、嵐山から淀で特に Na, K, Cl, NO₃, SO₄ の増加が顕著であった。淀から枚方公園に下流するとその濃度

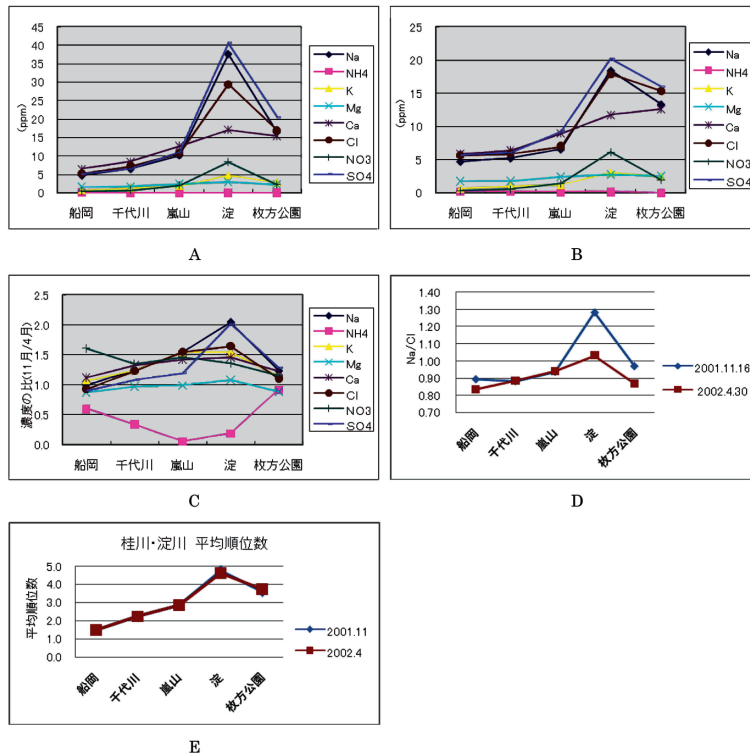


図 13 淀川・桂川の下流に伴う水質変化 A : 2001 年 11 月 16 日, B : 2002 年 4 月 30 日, C : 2001 年 11 月と 2002 年 4 月の濃度の比, D : Na/Cl, E : 淀川・桂川の下流に伴う平均順位数の変化

は急激に減じた。

淀での測定を除いた場合の下流に伴う河川水中の濃度変化をグラフにして図 13A, B と見比べると、淀が特異地点として淀川の水質に現れていることがわかる。ここで 2 つのことが意識できる。

1 つはこの特異な変化をもたらしたことについてであり、他の 1 つは特異点を見落すことについてである。

前者では京都市の存在である。嵐山から淀に至る後背地には人口 146 万人の大都市である京都市が存在する。淀から枚方の間には大きな 2 つの支流宇治川と木津川とが淀川に合流する。宇治川は琵琶湖を水源とする河川であり、木津川は伊賀市の上野盆地に集まる水を流す。

木津川 (木津)、宇治川 (宇治)、桂川 (嵐山)、鞍馬川 (葵橋、鞍馬) および高野川 (河合橋) にて 1989.7.26、1991.7.31、1992.7.31 の 3 回に亘り採水し、分析した結果 (西山、1993) の平均値を以下に表にして示した。

河川	採水地点	化学組成 (ppm)								
		Na	NH ₄	K	Mg	Ca	Cl	NO ₃	SO ₄	Na/Cl
桂川	嵐山	6.62	0.07	1.62	2.89	10.02	8.07	2.52	12.02	0.82
鞍馬川	鞍馬	3.36	0.04	0.59	1.38	4.54	3.93	0.23	1.88	0.85
加茂川	葵橋	6.43	0.05	1.02	1.96	12.64	6.95	0.68	9.17	0.93
高野川	河合橋	8.27	0.08	1.50	2.15	11.20	10.97	2.70	9.01	0.80
宇治川	宇治	7.51	0.06	1.78	2.13	11.68	9.91	0.36	10.31	0.76
木津川	木津	7.44	0.04	2.68	1.99	10.54	9.47	3.25	10.08	0.79

淀では京都市の人的活動が水質に現れる。その水質を宇治川と木津川がより大きな自然のなかに吸収して平坦化する。そこで京都市はより大きな地域・自然のなかでは水質に特異点を示さずに同化し、その大都市の人的特異活動点が覆い隠されるようである。

自然は多様な様相を内包している。特異点があることがむしろ常態とも言える。特に驚くことではない。自然は様々な視点を提供する。自然にある特異点を頼りに様々な構造についての知識を獲得してきた。すなわち河川で言えば上流、中流、下流という自然の空間的要素と時間的要素との絡みとしての特異性を知ることは、自然の構造を認識し、理解し、意識することに繋がる大切なことである。

かつてはまた現在でも地下資源の探査に水質は頼りとされ、また現在は安全な生活を維持する上の環境モニターとして水質は重要な情報源として頼られている。

後者の特異点を見落としても自然は成り立つ。その結果、新たな現象が起こっても、その事象を契機として新たな自然の構造転換が始まるだろう。だが、特異点を捉えた限りは、特異点の由来を紐解き、意識するのが賢明ではあろう。

淀の採水地点とした宮前橋は常に渋滞となる橋のようだ。タクシー運転手は「この橋はいつも渋滞です。タクシーを降りて歩いて渡った方が早いですよ」と教えてくれた。人と物の流れにおいてもこの地点は特異点となっていた。

Na/Cl 値は淀において高くなった。この要因もまた同時に京都市でのヒトの活動と考えると Na 成分の付加は大地成分からの寄与、洗剤や食塩など日常生活に用いる化学物質による寄与などが考えられる。

桂川・淀川の平均順位数の下流に伴う変化を図 13E に示した。上流の船岡から淀まで平均順位数は順次増加した後枚方公園では減った 1L パターンを示した。淀で平均順位数が高まることは京都盆地および京都市の存在を反映していることは前述した。2001 年 11 月と 2002 年 4 月の調査は全く同じ結果が得られた。この図 13E を、移ろい行く川に変わらない個性が内在することの実例として、桂川・淀川の個性として挙げたい。

I-6 島根県と広島県を流れる芦田川と江の川

I-6-A 芦田川

芦田川での採水地点は上流より広島県世羅郡世羅町大字伊尾（田谷橋、地点番号 41）、世羅町大字伊尾（平岩橋、42）、広島県府中市久佐町（布渡橋、43）、府中市土生町（府中新橋、44）、広島県福山市芦田町大字福田（福戸橋、45）の 5 ヶ所であり、採水地点は

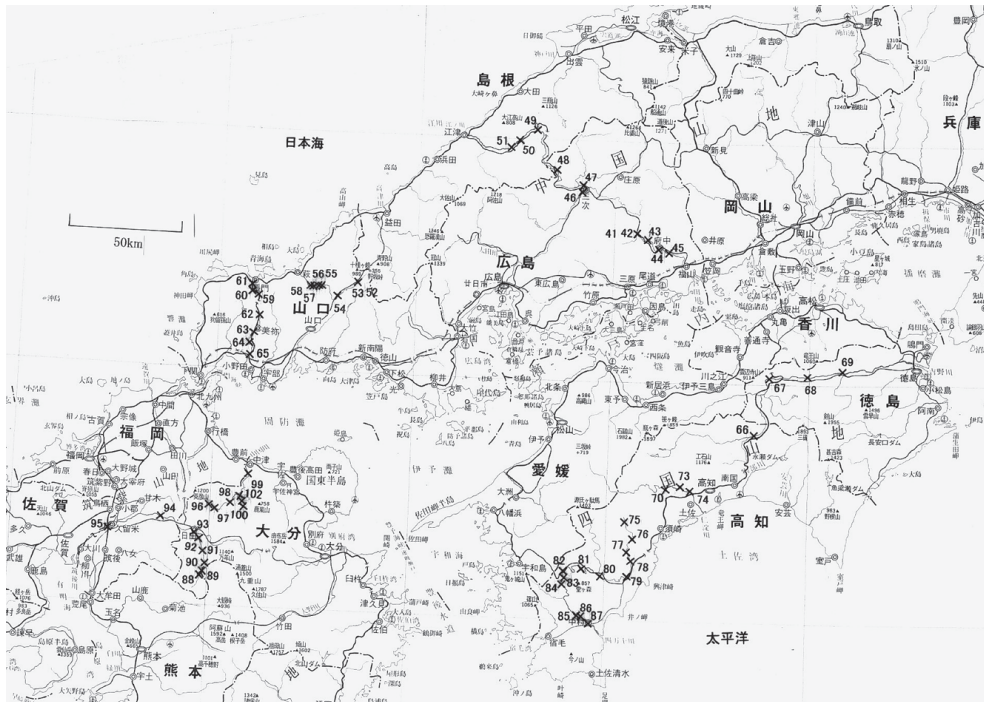


図 14 中国、四国、北九州地方の白地図と芦田川、阿武川、厚狭川、吉野川、仁淀川、四万十川、筑後川、山国川の採水地点

芦田川（地点番号 41～45）、江の川（46～51）、阿武川（52～58）、深川（59～61）、厚狭川（62～65）、吉野川（66～69）、仁淀川（70～74、その内 71 と 72 は省略）、四万十川（85～87）、筑後川（88～95）、山国川（96～99）と支流山移川（100～102、その内 101 の番号省略）の採水地点。

図中の地点番号は表 1 中の地点番号に一致する。

図 14 に示した。それら地点名は JR 福塩線の最寄りの駅名から三川、河佐、府中、戸手として以降それぞれ記す。ただし三川は田谷橋と平戸橋の 2 地点の平均水質の地点名とした。また三川で小支流の矢多田川について世羅町大字伊尾(大悟橋)で採水した。

採水は 2003 年 7 月 22 日と 2003 年 12 月 5 日に行った。

採水方法と実験方法については I-1-A で示した。

芦田川は広島県東部を流れる一級河川で、吉備高原の三原市大和町地区を水源として、東流しながら世羅町、府中市などを経て福山市で瀬戸内海に流れ出る。幹川流路延長 86 km、流域面積 860 km² である。芦田川は中国山地の南斜面を流れ、中国山地を刻む基盤目状の断層構造に支配され、屈折の大きい河川である（芦田川水系、江河川、河川整備基本方針、国土交通省）。

芦田川の河川水中の陰陽イオン濃度などの分析結果は表 1 (J) に示した。また図 15 に芦田川の河川水の下流に伴う陰陽イオンの濃度変化などを示した

図 15D の平均順位数からみると 7 月と 12 月の両調査時とも河佐で順位数が最低となった。

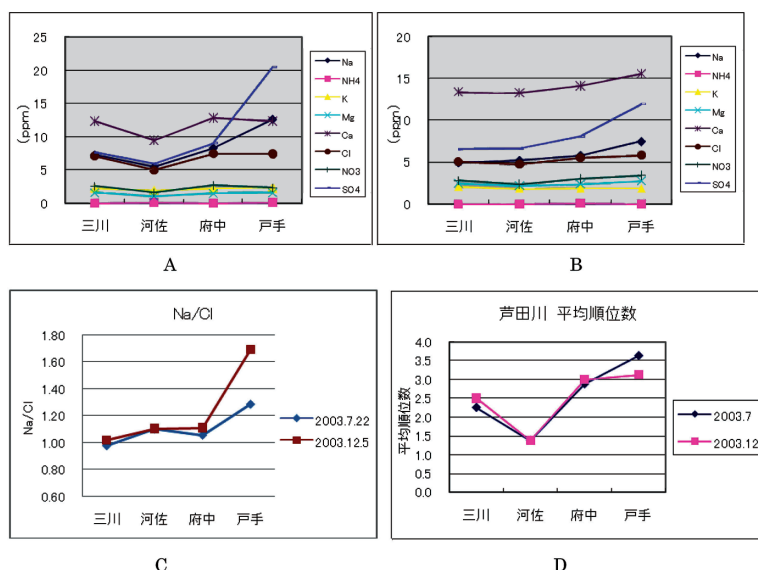


図 15 芦田川の下流に伴う水質変化 A : 2003.7.22 採水, B : 2003.12.5 採水, C : Na/Cl, D : 芦田川の下流に伴う平均順位数の変化

河佐より上流流域は花崗岩が広く分布している。備後三川より上流となる甲山町西上原辺りの芦田川の北部流域には二疊紀の海成層である粘板岩が分布している。したがって三川での芦田川水質は粘板岩の風化などで陰陽イオンはやや高いと思われる。

三川～河佐間には八田原ダムのダム湖となる芦田湖があり、芦田湖に南から小河川の支流宇津戸川が流入している。この間の流域はほぼ花崗岩地帯であり、佐川での順位数の低下は芦田湖にイオン濃度を低下させる働きがあるかと思われる。

図 15A, B から府中～戸手間で SO_4 が増加すること、そして図 15C から Na/Cl 値が増加することが分かる。

この間の芦田川の北岸流域内に工業団地がある。府中は家具、木工に関連する工場が多い。北側から芦田川に合流する神谷川西岸流域は宅地、工業など開け、吉備津神社など寺院多く、背後の桜山一帯は桜山慈俊が後醍醐天皇の倒幕計画に呼応して挙兵したとされ「一宮（桜山慈俊挙兵伝説地）」とした国の史跡となる。東側流域にはゴルフ場がある。

これらのことが戸手で芦田川の SO_4 濃度の増加の主因となるかは定かでないが、他の成分の増加もみられ市街地の拡大に因る影響はあろう。この間で合流する神谷川流域は花崗岩地帯を主となるが、上流部で輝緑凝灰岩、玄武岩が分布することも関係しよう。

芦田川の下流に伴う平均順位数の変化は図 15D に示した。河佐での最小は宇津川による希釈効果、そして府中、戸手とその値が増加するのは市街地の拡大と製造業や地場産業などからの人為的影響とし理解でき、この調査区間の芦田川が 1L パターンとなったことは納得できる。このことはすでに西山（2004）で指摘した。

I-6-B 江の川

江の川は幹川流路延長 194km で中国地方第一であり、流域面積は 3870km² である。

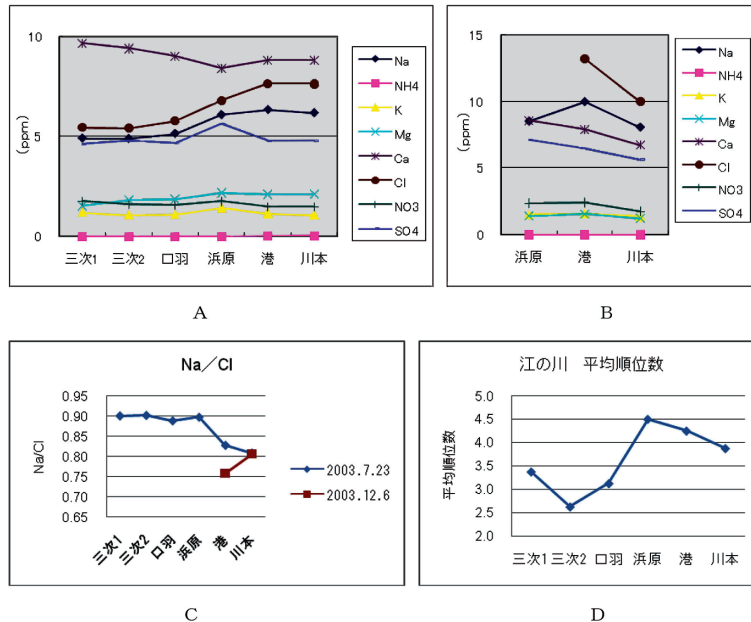


図 16 江の川の下流に伴う水質と平均順位数の変化 A：2003 年 7 月 23 日，B：2003 年 12 月 6 日，C：Na/Cl，D：平均順位数（2003 年 7 月 23 日）

広島・島根県境の阿佐山（1218m）を水源とし、広島県北部を東流し北流して三次市付近で神瀬川、西城川、馬洗川を合流する。中国山地を横断し、島根県中央部を三瓶山に向けて北流する。美郷町粕淵で西に流れを転じて江津市で日本海に流れ出る。

江の川では上流側より広島県三次市十日市西 6 丁目（寿橋、地点番号 46）、三次市三次町（祝橋、47）、島根県邑智郡邑南町下口羽（両国橋下での直接採水、48）、邑智郡美郷町乙原（港橋、49）、邑智郡川本町大字川本（川本大橋、50）の 5 ヶ所で採水した。採水地点は図 14 に示した。採水地名は以降 JR 西日本芸備線と JR 西日本三江線の最寄りの駅名から、三次 1、三次 2、口羽、浜原、港、川本としてそれぞれ記す。

支流馬洗川では三次市十日市中 1 丁目（巴橋）、支流出羽川では島根県邑智郡邑南町下口羽（口羽駅前の橋）で採水した。

採水は 2003 年 7 月 23 日と 2003 年 12 月 6 日に行った。

採水方法と実験方法については I-1-A で示した。

江の川の河川水中の陰陽イオン濃度などの分析結果は表 1 (K) に示した。また図 16 に江の川の下流に伴う陰陽イオンの濃度変化などをグラフ化して示した。

祝橋下を流れる江の川の河川水（三次 2）は寿橋下を流れる江の川（三次 1）と巴橋下を流れる馬洗川とが合流したものである。巴橋下を流れる馬洗川は直前に西城川が合流している。いずれも直角に近い角度で合流するので混合が進みやすいとすると、表 1 (K) に示した三者の水質から、三次で合流する江の川と馬洗川の水質は類似し、馬洗川で Na, K, Ca, Cl, NO₃ が若干低く Mg は高いことは整合するが、SO₄ が馬洗川で低いことは説明できないようだ。Na/Cl 値はいずれも 0.90 と同じ値となった。

三瓶火山の温泉を含めた火山活動に伴う質が早水川と千原川に移され、後者は採水地点の浜原から1km上流で、前者は1.5km下流の粕淵で江の川に入る。すなわち図16Aでみる浜原、港で増加するNa、Clは三瓶山の火山と結びつけられよう。三瓶温泉の泉質は含塩化土類食塩泉であり、塩素のより多い付加は図16Cに見るようにNa/Cl値の低下に寄与するようだ。なお江の川は、早水川が北東から合流する付近に、南からの流れが折り返し再び南に向け流れる、大変な変曲点がある。なお、中国地方で第四紀火山の熱源に直接関係している高温の温泉は、近年まで微弱な噴気活動があった三瓶火山の爆裂火口内から湧出している三瓶温泉だけのようだ（日本の地質7、1987）。三瓶温泉の泉温は39.2～42°Cで湧出量は毎分360ℓの様だ（フリー百科事典『ウィキペディア（Wikipedia）』による）。

採水場所とした竹駅前の橋は港橋とあり地名も港という。江の川はこの部分で川幅が広くなることもなく、特に地形図からは港を連想させる何もない。だが南西から合流する君谷川を遡ると香善寺を経て水上町福原に至る。石見銀山の跡地に繋がる。すなわち銀山からまた銀山にこのルートを経て荷が江の川から船出また舟入したことの名残だろうか。もちろん石見鉾山からの銀関係の荷は銅山川を下って静間川に至り日本海または山陰道に出るのが主ルートではあろうが。

平均順位数の下流に伴う変化を図16Dに示したが、江の川は特徴的なパターンを示した。上流側の三次1とした寿橋から下流側の川本の間に平均順位数の最小と最大とがある。三次2とした祝橋での最小は支流馬洗川の合流に因る希釈効果によって、そして浜原での最大は三瓶山の火山活動に因る成分を早水川と千原川などによってもたらされたと理解した。断層構造に規制されて大きな流れの変曲点をもつ江の川が、平均順位数のグラフに特徴的な変曲点を持つことに強く意識する。

I-7 山口県を流れる阿武川、深川川、そして厚狭川

I-7-A 阿武川

阿武川は、山口県の東北部を流域とする二級河川で、幹線流路82.2km、流域面積635km²である。水源は阿武郡阿東町西部境桐ヶ峠であり、萩市にて日本海に流れ出る。上流部は島根県を流域とする高津川と接する。今回採水した阿武川最上流部の徳佐より上流部は高津川の支流津和野川と接する。

阿武川の採水は上流側より山口県阿武郡阿東町大字徳佐下（かねが山橋、52）、阿東町大字徳佐中（堀之内橋、53）、阿東町大字生雲東分（新三谷橋、54）、山口県萩市川上（阿武川ダムサイト、55）、山口県萩市川上（船戸橋、56）、山口県萩市川上（相原橋、57）、山口県萩市川上（小郷橋、58）の7か所であり、採水地点は図14の白地図上に示した。採水地名はJR西日本山口線の最寄駅の駅名などから、佐徳1、佐徳2、三谷、阿武川ダム、船戸、相原、小郷として以降それぞれ記す。

支流の沖田川は阿東町大字徳佐中のJR山口線徳佐駅前の橋で採水した。

阿武川での採水は2003年12月7日と2007年2月21日に行った。

採水方法と実験方法はI-1-Aと同じである。

阿武川の河川水中の陰陽イオンなどの分析結果は表1(L)に示した。また阿武川の下

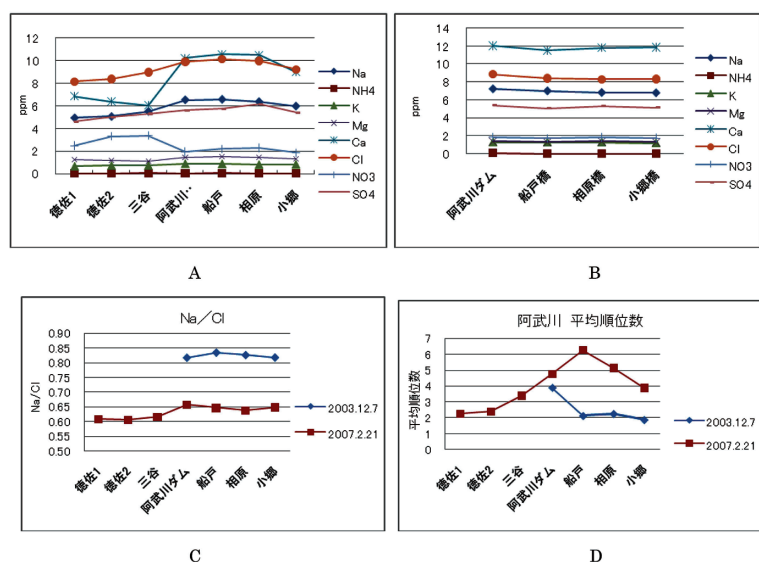


図 17 阿武川の下流に伴う水質変化 A: 2003 年 12 月 7 日, B: 2007 年 2 月 21 日, C: Na/Cl, D: 平均順位数

流に伴う水質変化を図 17 に示す。

徳佐では支流の沖田川とその合流点より 200m ほど上流部（徳佐 1）と下流部（徳佐 2）で阿武川の水質を調べた。

沖田川は 20 km² ほどを流域としその内 10 km² ほどは徳佐盆地内の田畑を流れる。沖田川と合流前後の阿武川の水質とから両河川の水量比を各成分で求めて下の表に示した。

水量の比	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	Cl	NO ₃	SO ₄
沖田川／阿武川	0.35	2.73	0.78	1.40	1.52	0.60	0.89	0.96

阿武川の沖田川との合流点より上流域は面積 50 km² ほどである。地形図でみると合流地点の先に堰があり合流後の阿武川はダム湖のようになるようだ。合流後に成分が加わると支流の水量が多く見積もられ、逆に成分が除去されると支流の水量は少なく見積もられる。とすると堰止めで NH₄, Ca, Mg, SO₄, NO₃ が加わり、Na, Cl, K が除去された可能性はある。流域面積により水量を割り振れば Na が示した 0.35 は両河川の混合割合となり、特に成分の付加や除去を考える必要はない。その他の成分は付加の可能性はある。ただし沖田川は盆地地形を流れること、この地域に積雪が若干あり両河川水量にどのように反映するかなどはさらに考察する必要がある。

この 2 月の時期に徳佐の田でヒバリが空に舞い上がり囀ったことに驚いた。カラスを見て舞い降り、他の一羽が低く囀りあがり直ぐに降りた。穏やかな日だった。

相原から小郷で濃度が若干下がった。この間 1.2 km である。途中で長谷川が合流する。濃度の減少はこの小川によるのか。成分濃度の順位数の数値計算をすると、図 16D に示したように阿武川は徳佐から小郷間に船戸あるいは阿武ダムで平均順位数が最大となる

1Hのパターンに分類でき、相原から小郷で平均順位数は減ずる。

相原から小郷で平均順位数が減ずる結果は数値的には確かで、2回の採水調査共同じような結果が得られた。だが、何せ阿武川に比べ長谷川があまりにも小河川であるから、説明、理解の恣意性を考えてしまう。

先の淀川では淀で成分濃度が高まり、その意味として京都市の存在を考えた。阿武川では小郷で濃度が低まり、その説明として長谷川が存在を考える。淀川の場合、淀での測定を行わなければ京都市は宇治川と木津川の流域の自然によってその特異性は弱められ、淀川の流れに京都市の存在は特記されなかったかも知れない。一方相原での測定は小河川である長谷川の存在を気付かせた。

大都市京都市と1小河川の長谷川とは淀川と阿武川を平均順位数による河川のパターン分類から特異点としてそれぞれ意識された。自然と人との関係が寓意的に明らかにされたり、あるいは逆に大きな関係が寓意的に見落す可能性の常にあることを強く思った。

I-7-B 深川川

深川川は山口県長門市を流れる二級河川で、長門市上ノ原で日本海の深川湾に流れ出る流路延長 25 km、流域面積 67.2 km² の小河川である。

深川川の採水は上流側より山口県長門市渋木（渋木橋、地点番号 59）、長門市深川湯本（せせらぎ橋、60）、長門市西深川（深川大橋、61）の3ヶ所にて行い、採水地点は図 14 に示した。採水地点名はそれぞれ渋木、長門湯本、板持と最寄りの JR 西日本美祢線の駅名から以降記す。

採水は 2003 年 7 月 24 日、2003 年 12 月 8 日、2005 年 10 月 14 日および 2007 年 2 月 2 日に行った。

採水方法と実験方法については I-1-A で示した。

深川川の河川水中の陰陽イオンなどの分析結果は表 1 (M) に示した。また深川川の下流に伴う水質の変化を図 18 に示す。

図 18 にみるように、測定した成分の内 Na, K, Cl, SO₄ は何れも上流の渋木から板持まで下流に伴い濃度が増加した。Ca と Mg は 2003 年 7 月時に上流の渋木で高い値を示した。Ca は他の採水時期でも上流の渋木で若干高い値を示したが、Mg は他の 3 回とも 3 ヶ所で 1.5 ppm の見事な一定値を示した。NO₃ は若干だが下流につれて減じる傾向がみられる。

深川川の上流で大ヶ峠を越えると日本海側の周防灘に流れ出る厚狭川の上流となる。厚狭川流域は石灰石が広く分布し、石灰石の採掘場も多くあり、深川川の 8 km 先が石灰石の採掘場となる。採掘場だけでなく風化土砂中に石灰分が多いことが考えられ、南風が強いときには大ヶ峠を越える石灰分があろう。周防灘から吹く夏の南風は秋吉台、美祢地区の石灰分を深川川上流に運んだ可能性はある。2003 年 7 月 19-21 日にかけて九州、中部地方は梅雨前線に伴う大雨だった。全国で死者 23 名（内熊本県 19 名）となり、山口県では死者は出ていないが、床上浸水 3539 棟の内山口県 12 棟、床下浸水 4213 棟の内山口県 164 棟の被害となっている。そのような大雨が地表の石灰分を溶かし 2003 年 7 月に Ca と Mg が渋木で濃度が高くなったが、下流につれて増水による希釈効果が優り湯本、板持で Ca と M は減少していると推察する。SO₄, NO₃ が 2003 年 7 月で濃度が低いのは

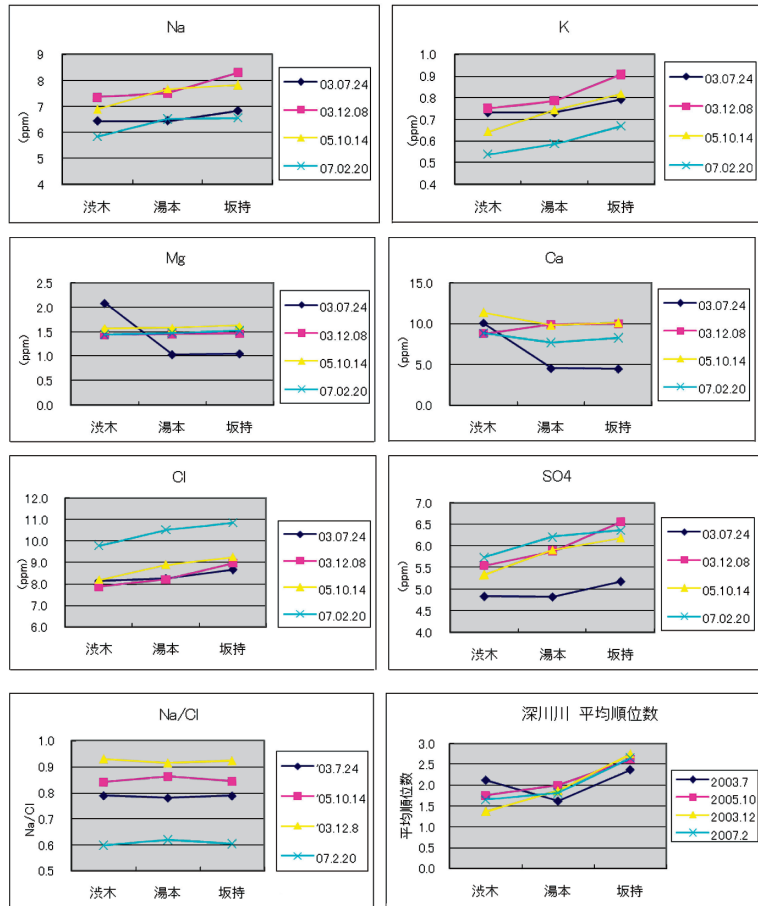


図 18 深川川の下流に伴う水質と平均順位数の変化

大雨による増水と関係すると思われる。

採水地点湯本は湯本温泉（深川温泉）の温泉街の直下流に当たり温泉の河川水への影響が考えられたが、特に深川川への成分付加は認められないようだ。なお湯本温泉の泉質は単純泉である（白水晴雄、1994）。

NaとClの濃度も2003年7月で低くなるが、大雨の影響と思われる。Na/Cl値は0.6～0.9の範囲で採水時期によって平行に動き、それぞれの時期ではほぼ一定で2月は0.61、7月は0.79、10月は0.85、そして12月は0.93となった。NaとClを海水起源、Naを陸起源とするとNa/Cl値が7月から12月で増加することは風化作用などの働きの蓄積が12月まで河川水に現れ、2月の冬ではその蓄積がなくなり、海水の値0.55に近づいたと理解できるようだ。

写真3左は深川川上流の洗木橋から川上側を撮った。川の水を汲んだり洗い物をしたりできる踊り場が写真の右下にある。水量が多少多くとも石段上部の踊り場が利用できる（写真4左）。かつて川辺でこのような風景は普通にあったのだろう。洗木橋の付近では川

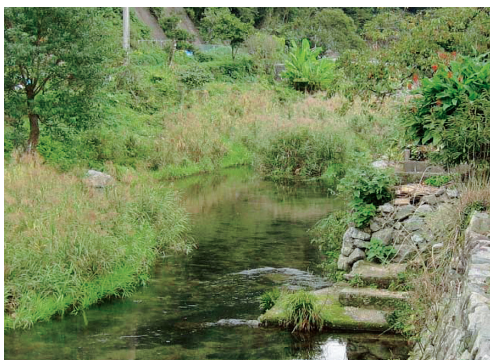


写真3. 左；渋木の渋木橋から深川川の上流側を望む 右；板持の深川川大橋下から深川川の上流側を望む（いずれも2005年10月14日撮影）



写真4. 左；渋木の渋木橋から深川川の上流側を望む 右；板持の深川川大橋下から深川川の上流側を望む（いずれも2003年7月24日撮影）

幅いっぱいにはヨシが生えその中を川の水が流れ、ヨシがない所ではクロモなどの水草の茂りがある。この付近（渋木橋から下流の観月橋まで8.5km）は国指定文化財天然記念物ゲンジボタル発生地となるようだ。

下流側の板持では深川川大橋下に堰があり、水量が多いときはその上を河川水は流れ（写真4右）、水量が少ないときは中央の仕切壁を交互に連ねた魚道（写真4右のコンクリート中央部）と傾斜をつけた狭い水路（写真4右のコンクリートの左先にある）から流れる。2003年7月19-21日にかけて九州、中部地方は梅雨前線に伴う大雨だったことは先に記した。写真4はその3日後の2003年7月24日の深川川であり、板持で堰を超える流れがあった。日ごろは写真3右のように水は堰を超えていないようだ。

2003年7月24日、湯本の湯本大橋から12.5m下の深川川を見ると少々濁って流れる中に白、赤色の大きな鯉も多くいて、観賞用に放たれているのか、あるいは増水時に逃れ出た鯉なのかと思った。温泉ホテルの窓は浴衣姿の御客もその深川川を眺めていた。

深川川は小河川だが、自然環境と人の暮らしがそのままに注視出来、また水質にも反映して私たちに語りかける、興味深い河川であった。

下流に伴う平均順位数の変化は図 18 に示した。深川川は 1M パターンと整理できたが 2003 年 7 月では前述したように大雨による影響で 1L パターンに変わったようだ。小河川では降水量の変化などが河川パターンを変えることを示す 1 つの例を捉えたことになる。

I-7-C 厚狭川

厚狭川 は流路延長 103km、流域 251.8km² の山口県を流れる二級河川である。

厚狭川での採水地点は上流側より山口県美祢市於福町下（於福橋、地点番号 62）、美祢市大嶺町西分（叔父ヶ瀬橋、63）、美祢市西厚保町本郷（千歳橋、64）、山陽小野田市厚狭 1 丁目（厚狭大橋、65）の 4 ヶ所であり、採水地点は図 14 に示した。なお於美祢市於福町上の簡易水道送水ポンプ所での湧水を採水した。厚狭川の採水地点は於福、南大嶺、厚保、厚狭と最寄りの JR 西日本美祢線の駅名にてそれぞれ表示する。

採水は 2003 年 7 月 25 日、12 月 7 日、2005 年 10 月 14 日と 2007 年 2 月 19 日の計 4 回行った。

採水方法と実験方法は I-1-A と同じである。

厚狭川の河川水中の陰陽イオンなどの分析結果は表 1 (N) に示した。また厚狭川の下流に伴う水質の変化を図 19 に示す。

於福から厚狭までの厚狭川で、Ca は 4 回の採水でいずれも上流の於福では最も濃度が低く 10~20ppm だが、次の採水地点の南大嶺で急激に濃度が高く 23~40ppm となり、それ以後下流の厚保、厚狭と濃度が下がり、厚狭では 18~29ppm となった。特に 2003 年 12 月と 2005 年 10 月の河川水が 2003 年 7 月と 2007 年 2 月より濃度が高く、他の成分でも同様な傾向がみられた。2003 年 7 月での濃度の低下は、前項の深川川で述べた数日前の大雨による希釈効果によると推測できる。

Mg も Ca と同様の濃度変化がみられた。

Na, K, SO₄ では厚狭でより厚保で濃度が最も高くなった。

Cl の濃度は 2003 年 12 月と 2005 年 10 月では厚保で、2003 年 7 月と 2007 年 2 月では南大嶺で最大となった。

NO₃ は極若干だが於福から南大嶺で濃度が上がりその後下流するにつれて減少した。ただしその変化はいずれも小さい。

Na/Cl 値は 2007 年 2 月の於福で 0.54 そして下流の南大嶺から厚狭まで若干高い 0.68~0.71 となった。他の 3 回の時期ではその値が全体的に高くなり於福の 0.75~0.83 から南大嶺で 1.05~1.24 と高まり下流の厚狭で 1.00~1.15 と減じ、その傾向は同じである。

於福から南大嶺にかけての下流流域には石灰石が広く分布する。於福駅南南東の台山、重安駅の西部域、美祢駅の北東域の伊佐、丸山などでは石灰石の採掘場、またセメント工場など石灰石を利用する工業などもある。地表水による石灰石の溶出に加えて人為的な要因による石灰石成分の溶出が河川水に付加されよう。pH も弱アルカリ性であった。

このことが於福から南大嶺で Ca 成分の急激な増加となり、また Mg 成分の同様な変化も石灰岩との関係で理解できる。加えて美祢駅周辺は美祢市の市街地であり、また秋吉台のカルスト地形、秋芳洞の鍾乳洞などへの観光地の入り口ともなり、人の生活活動が盛んな地域でもある。Ca と Mg に加えて Na, K, SO₄ の増加もこのことと関係づけて考えられ

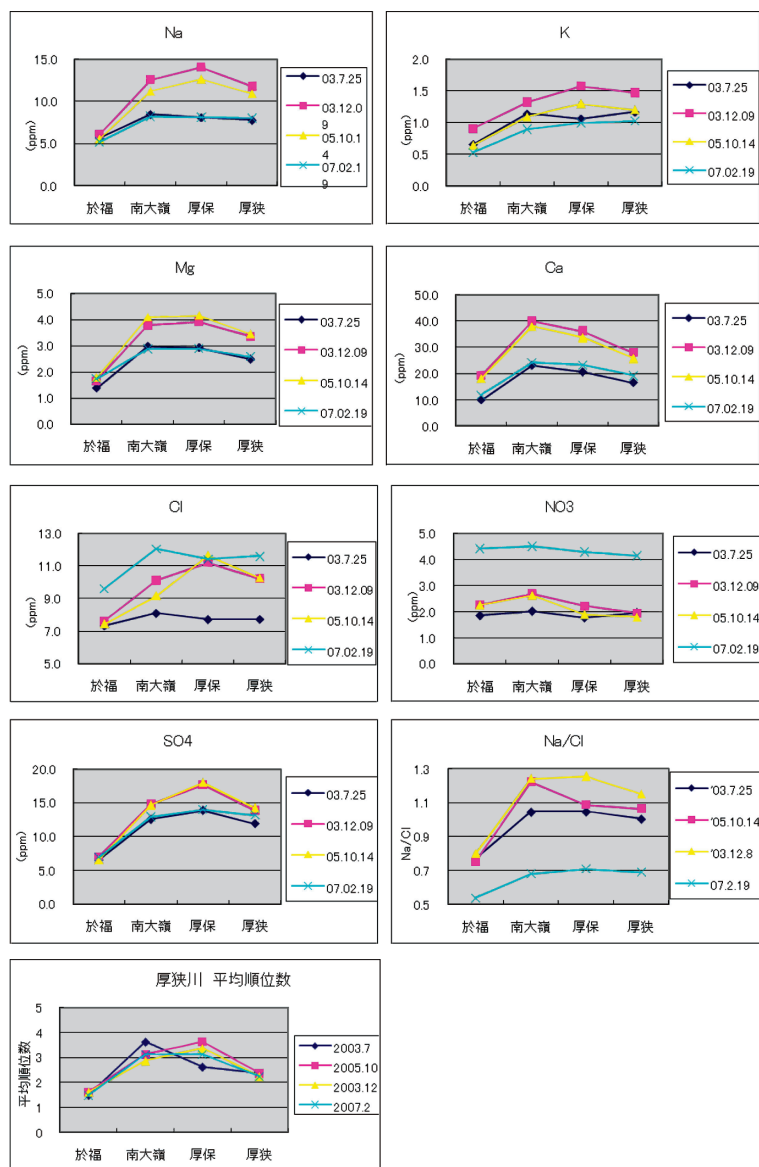


図 19 厚狭川の下流に伴う水質と平均順位数の変化

るが、Na, K, SO₄ 成分が南大嶺より下流の厚保で何故濃度を高めるかは説明できない。地形図でみると南大嶺—厚保間で四郎ヶ原で平原川、熊倉にて柳井川が流入するがいずれも極小河川であり要因として挙げ難いが、あえて言えば四郎ヶ原と平原川は農地が若干開かれているようである。だが NO₃ はこの区間で濃度を僅かだが減じることの説明が難しい。

厚保から厚狭間には本郷町で原川が、松ヶ瀬で隋光川が、そしてゆのとうで稲倉川が合流する。原川は 30 km² ほどの流域を持ち、その河川水が厚狭川の成分濃度を若干希釈し

たと考えられる。

厚狭川は Ca 成分で特徴づけられる河川である。

下流に伴う平均順位数の変化を図 19 に示した。厚狭川は南大嶺か厚保で最大値が現れる 1H パターンであり、石灰岩の分布とその資源を利用した人為的な活動とがあいまって水質に現れている様子が捉えられたようだ。

I-8 四国を流れる吉野川、仁淀川、そして四万十川

I-8-A 吉野川

吉野川は四国山地石鎚山脈の笹ヶ峰南麓を水源とし、高知県、徳島県内を流れて徳島市で紀伊水道に注ぐ。流域面積は 3750 km²、流路延長は 194 km で、その流域面積は四国第一、本邦 17 位であり、流路延長は四万十川に次いで四国 2 位となる。

吉野川の採水は上流側から高知県長岡郡大豊町川戸（長瀬橋、地点番号 66）、徳島県三好市池田町ウエノ（敷之上橋、67）、三好郡東みよし町中庄（東三好橋、68）、そして徳島県美馬市穴吹町穴吹（ふれあい橋、69）と支流南小川を長瀬橋近くの大豊町東土居（新富永橋）の計 5 ヶ所で行った。吉野川の採水地点は図 14 に示した。採水地点名は富永、阿波池田、江口、孔吹として JR 四国土讃線と徳島線の最寄りの駅名を用いて記した。

採水は 2008 年 7 月 28 日に行った。

採水方法と実験方法は I-1-A で示した。

吉野川の河川水中の陰陽イオンなどの分析結果は表 1 (O) に示した。また吉野川の下流に伴う水質の変化を図 20 に示す。

測定できた Na, NH₄, K, Mg, Ca, F, Cl, NO₃, SO₄ のすべての成分は上流の富永で濃度が最も低く、下流につれて順次成分濃度が増し、穴吹にて最大濃度となった。かつ富永で測定した ppm 単位での濃度順位関係 Ca > SO₄ > Na > Cl > Mg > NO₃ > K > NH₄ > F は阿波池田、江口、穴吹のいずれの地点でもそのまま保たれていた。このことは平均順位数が下流につれて確実に減少することを意味する。図 20B にその様子を示したが吉野川は豊永から孔吹間で典型的な 1M パターンを示す河川であることが分かった。

吉野川は阿波池田より上流域は白亜紀の変成岩の中を流れ、阿波池田より下流でも東西に流れる南側流域を白亜紀の変成岩は広く占めており、北部は白亜紀後期の堆積岩が分布する。すなわち地質と構造が吉野川流域では均一性があり、河川水への影響が安定してい

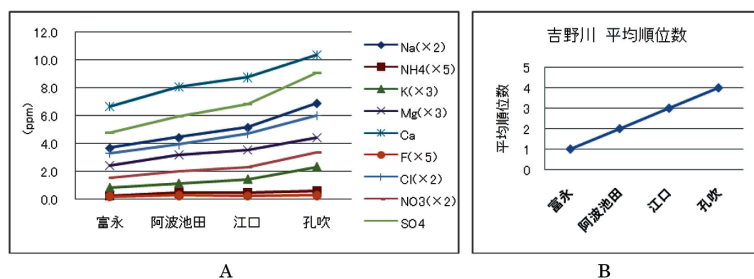


図 20 吉野川の下流に伴う水質 (A) と平均順位数 (B) の変化

る。このことは、下流する時間の経過、風化微粒子成分の増加、それと高度減に伴う気温の上昇、人的活動の累積などが下流ほど河川に溶質を多くするよう吉野川を仕立てているのだろう。

I-8-B 仁淀川

仁淀川は水源を四国最高峰の石鎚山（1981 m）とし、流路延長 124 km、流域 1560 km² の一級河川で、愛媛県と高知県内を流れて太平洋に大きく開く土佐湾の中央付近から流れ出る。

仁淀川の採水は上流側から高知県高岡郡越知町越知丙（今成橋、地点番号 70）、越知町宮地（横畠橋、71）、いの町柳瀬本村（柳之瀬橋、72）、吾川郡いの町勝賀瀬（名越屋沈下橋、73）そしていの町（仁淀川橋、74）の 5 ヶ所にて行った。採水地点名はそれぞれ今成、横畠東、柳瀬本町、中名越屋、波川と以降記す。図 14 に仁淀川での採水地点を図示したが、横畠東（71）と柳瀬本町（72）は省略した。

採水は 2008 年 7 月 27 日と 2009 年 5 月 31 日に行った。ただし横畠橋での採水は 2008 年のみである。

採水方法と実験方法については I-1-A で示した。

河川水中の陰陽イオンなどの分析結果は表 1 (P) に示した。主要陰陽イオンの下流に伴う濃度変化を図 21 に示した。

各成分について各場所での 2008 年に対する 2009 年の比をみると Na ; 0.97~1.01, NH₄ ; 0.76~1.48, K ; 0.86~1.08, Mg ; 0.87~1.04, Ca ; 0.92~1.02, Cl ; 0.86~1.15, NO₃ ; 0.79~0.95, SO₄ ; 0.86~1.07 の間にある。主成分 Na, K, Mg, Ca, Cl, SO₄ の値は

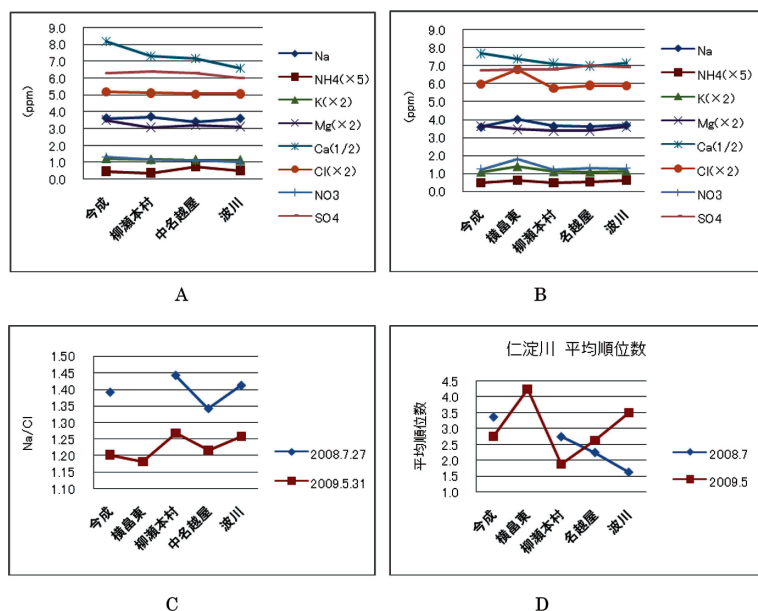


図 21 仁淀川の下流に伴う水質と平均順位数の変化 A : 2008 年 7 月 27 日, B : 2009 年 5 月 31 日, C : Na/Cl, D : 平均順位数

0.86~1.15 間にあり、両河川水の組成変動は $\pm 15\%$ 内に収まっていた。 NH_4 と NO_3 の変動幅はそれより大きく、かつ NO_3 はいずれの場所も 2008 年で濃度が減じた。

Ca 濃度は兩年とも下流につれて減少した。

石灰岩の鉱山として稼働中の鳥形山は仁淀川の流域にあり、仁淀川で Ca 成分濃度が高いことは流域内に石灰岩の分布が広いことと関係する。鳥形山の石灰岩については次項の四万十川で述べる。

平均順位数の下流に伴う変化を図 21D に見ると、2008 年 7 月では 3M パターンにみえるが 2009 年 5 月では様子が大部変わったようだ。図 21A をみると仁淀川の水質は今成から波川まで Ca 成分を除くと濃度変化は小さく極めて安定していたことが分かる。そのことは支流などの流域での状況変化が仁淀川の水質変化を微妙に変えて、2009 年 5 月に横島東の採水地点を加えたことと若干だが下流側の波川で濃度の増加が認められたことが図 21D の採水区間内での平均順位数を大きく変動させたようだ。すなわち採水区間内で河川水の水質変化の少ない河川では、逆に降水量、季節の変化などの僅かな状況変化がもたらす河川水中への溶質量の変化で順位が変わり平均順位数の差異となり、河川を異なるパターンに分類するまでに至ることを気付かせてくれた。

I-8-C 四万十川

四万十川は渡川とも呼ばれ吉野川と共に四国を代表する一級河川で、愛媛県と高知県を流れて大きく開く土佐湾の西端で太平洋に流れ出る。流路延長 196 km、流域面積 2270 km^2 であり、流路延長は四国第一で本邦 11 位、流路延長は四国第二で本邦 27 位の河川



図 22 四万十川の流域と採水地点

四万十川 (75~87)、支流榑原川 (104)、支流広見川 (105~108)、支流目黒川 (109)、支流後川 (110)

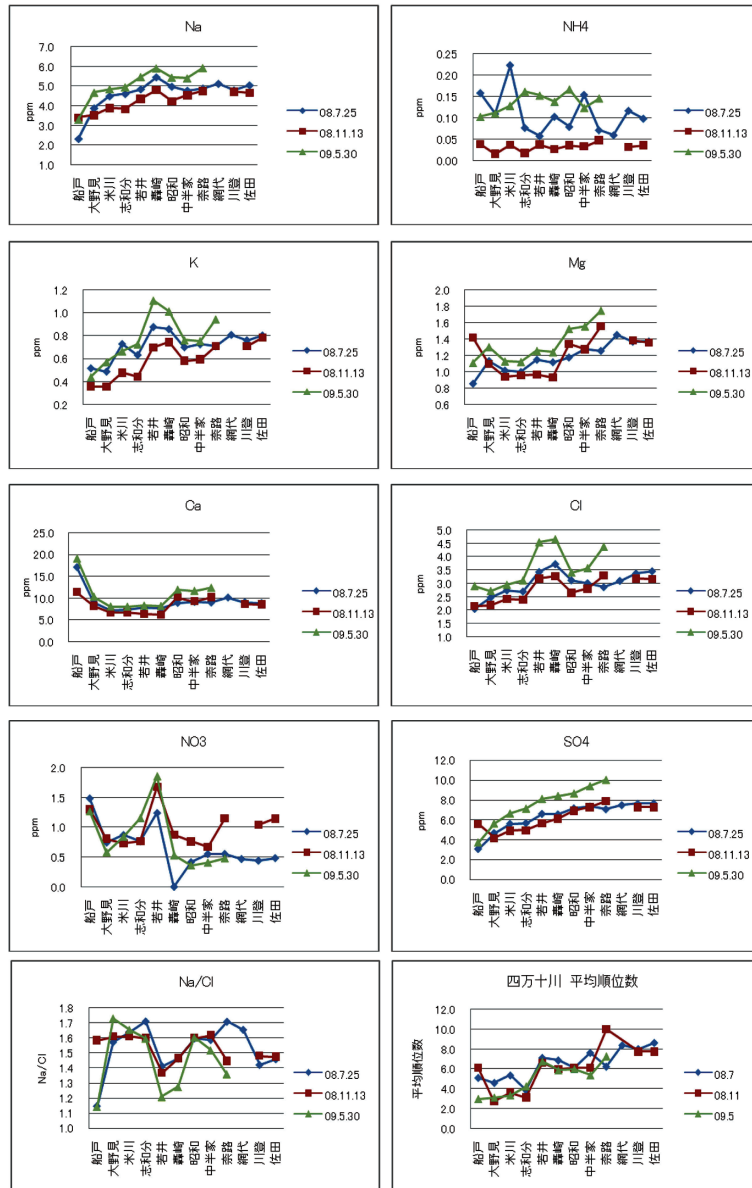


図 23 四万十川の下流に伴う水質と平均順位数の変化

で、蛇行が多く、ダムが少なく、日本最後の清流とも言われる。

四万十川の採水は上流側より高知県高岡郡津野町船戸（船戸橋、地点番号 75）、高岡郡中土佐町大野見奈路（大野見橋、76）、高岡郡四万十町壱斗儀（四万十源流大橋、77）、四万十町西川角（志和分大橋、78）、四万十町若井（若井大橋、79）、四万十町大正（轟崎橋、80）、四万十町昭和（昭和大橋、81）、四万十市西土佐半家（半家大橋、82）、四万

十市西土佐用井（西土佐大橋、83）、四万十市西土佐橋（津大橋、84）、四万十市川登（川登大橋、85）、四万十市佐田（佐田沈下橋、86）、四万十市具同（渡川大橋、87）の13ヶ所にて行った。四万十川の採水地点名はそれぞれ船戸、大野見、米川、志和分、若井、轟崎、昭和、中半家、奈路、網代、川登、佐田、中村として以降記す。採水地点は図14と図22に示した。

支流について梶原川は四万十町大正（大正橋、104）、広見川は愛媛県北宇和郡鬼北町大字興野々（興野々橋、105）、愛媛県北宇和郡松野町大字延野々（森の国大橋、107）、高知県四万十市西土佐江川崎（新川崎大橋、108）、三間川は愛媛県北宇和郡鬼北町大字出目（峠橋、106）、そして目黒川は四万十市西土佐津野川（津野川橋、109）、後川は四万十市駅前町（駅前の橋、110）でそれぞれ採水した。採水地点は図22に示した。

四万十川の採水は2008年7月25～26日、2008年11月13日、2009年5月30日の計3回である。

採水方法と実験方法はI-1-Aと同じである。

各成分の化学組成、pH、水温など測定結果は表1(Q)に示した。各成分について3回の採水にみられた下流に伴う濃度変化を図23に示した。

SO₄の濃度は下流につれてほぼ単調に増加した。

Naは上流の船戸から轟崎まで下流に伴い濃度が増加し、昭和あるいは次の中半家にて減少してから、下流にてまた増加する傾向がみられる。Clでも同様な様子は認められ、若井と轟崎での増加および奈路での増加が特に5月30日採水で顕著であった。KにおいてもNa、Clでも同様な変化があったが、轟崎より若井で最高濃度となった。

NaClは食塩の化学組成であり、海水の主要成分である。この四万十川のNaとClの下流に伴い濃度が変わる様子は海との関係で説明できるようだ。四万十川の流れを見ると上流流域の分水嶺は海から40kmほど離れていて、その間に高度500mを超える山地が存在する。最上流部での採水地点船戸から大野見、米川、志和分、若井と四万十川が直線距離で28kmほど南下すると海岸までの距離が5kmほどに近づく。若井では高度656mの御在所の峰など山並みが海岸との間にあるが、志和分と若井の間で太平洋側から支流仁井田川が合流する。仁井田川の流域はさらに海岸に近く、高度250mの分水嶺を隔てて2km先が太平洋となる。海水の飛翔等海からの影響は太平洋側の小河川の志和川流域を超えて仁井田川に入り、四万十川に及ぶと考えられる。

海水の影響をNa/Cl比の変化として調べてみる。海水のNa/Cl比は0.55である。岩石は一般にNaを含有するがClは含まない。そこで岩石は風化作用を受けてNa成分を河川水中に溶出しやすく、河川水中のNa/Cl値は0.55より高い。海水の影響が加わるとこの値を下げる。図22にみるように志和分でのNa/Cl値は1.6～1.7だが若井では1.2～1.4に減じている。若井で海水の影響がでていると理解できる。

井田川流域を含めて窪川町（現在四万十町）地域は仁井田川（香り米）の産地である。ゴルフ場もある。若井でK、NO₃成分が増加するのは仁井田川などを通じて窪川町地域から農作業に因る肥料成分などの影響が四万十川に出ていると考えられる。

四万十川は採水地点の若井から5km先にて海岸から離れるように東方に向け下流し、30km先の半家にてほぼ直角に南下して30kmほど先が河口となり、四万十市下田から

太平洋に出る。そこで若井から下流するにつれて海水の影響が弱まり Na/Cl 値は増加する。事実昭和、中半家では、海水の影響が少ない流域からの河川水の流入で、Na, Cl 成分濃度は希釈されるが、Na/Cl 値は増加している。

2008 年 7 月の調査で Na/Cl 値が網代の 1.65 が川登、佐田で 1.42, 1.46 さらに河口近くの中村の渡川大橋で 1.08 と減じたのは海に近づくことによる海水の影響と理解できる。表 1Q に示したように中村では Na, Cl, SO_4 など海水成分の濃度が明らかに高く、海水の影響がはっきりと認められたので、図 23 中に採水地点の中村は示さなかった。

Ca は上流の船戸から米川まで濃度が下がりその後轟崎までほとんど変わらない。昭和で Ca 濃度は一旦高くなるがその後ほとんど変わらない。ただ Mg では船戸で 7 月と 5 月の濃度が最も低い値を示した点が異なる。



写真 5. 左：船戸の船戸橋から四万十川の下流側を見る 右：佐田の沈下橋から四万十川の下流側を望む
(いずれも 2008 年 7 月 25 日撮影)

今回の最上流での採水地点となった船戸は石灰石鉱床の鳥形山鉱床から真南に 6 km ほどの位置となる。鳥形山の山頂部が露天掘りのベンチ採掘法にて採掘されている。標高 1346 m の山頂部での採掘は、天空に開かれた採掘場から風よる石灰石微粉を風下に飛散等させると考えられる。鉱床自体は高知県の秩父累帯北帯に帯状に分布する地層群の白木谷層群（ペルム紀古～中世）にある石灰岩で最大層厚 700 m のようだ。鳥形山から愛知県境沿いに大野ヶ原に至る 20 km ほどに石灰岩の鉱床があるようだ（日本の地質 8、1987）。鳥形山の南部が四万十川の最上流域と仁淀川の流域となる。仁淀川の支流長者川と四万十川の支流梶原川（支流北川川）の最上流部である。特に仁淀川は鳥形山をほぼ流域内にもつ。鳥形山の採掘場より尾根伝いに南東へ 3 km ほどで高度 1000 m の船戸越の尾根に至れる。船戸越の南側が四万十川の最上流域である。その間に東側は仁淀川支流長者川が太郎田を流れ、西側は四万十川支流梶原川（支流北川川）の流域となる。太郎田以南は秩父累帯南帯の中・古生界となり石灰岩の鉱床から離れるようだ（日本の地質 8、1987）。そこで四万十川の最上流域の船戸越以南となる四万十川流域は石灰石鉱床から近くその影響は上流ほど強いといえよう。Ca 成分の濃度は四万十川上流の船戸で高く、下流するにつれて低くなるのはこのこととして説明できる。また轟崎から昭和にて Ca 成分が増加するのは、この間に支流梶原川が四万十川に合流することに関係するだろう。梶原川の上流流域は愛媛県との県境が分水嶺となる。その地帯は鳥形石灰岩が延長して分布す

る地域に当たる。事実表1(Q)及び図24に見るように梶原川のCa成分は合流点近くの大正で、合流手前の轟崎での四万十川より濃度が高い。

合流前後の成分濃度の変化から合流する河川の水量比は(支流の水量)/(合流前の本流の水量) = ((合流前の本流の濃度) - (合流後の本流の濃度)) / ((合流後の本流の濃度) - (支流の濃度)) の関係(西山、1995)から求められる。この関係式を用いて各成分について梶原川と四万十川の合流点での水量比を求めると下の表の結果となった。最大と最小値およびマイナス値を除いて平均すると2008年7月で1.66倍、2008年11月で4.36倍、2009年5月で2.67倍と、いずれも梶原川の水量は四万十川の水量を上回る結果となり、3回平均では2.9倍となった。

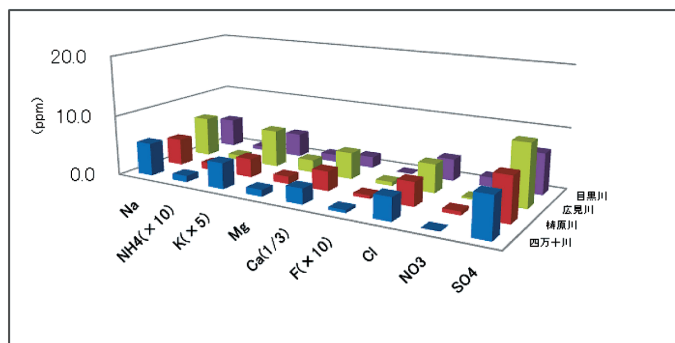


図24 四万十川(轟崎橋)、梶原川(大正橋)、広見川(新川崎橋)、目黒川(津野川橋)での水質

水量の比(2008.7.25)	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	Cl	NO ₃	SO ₄
梶原川/四万十川	0.90	-0.59	1.87	0.89	1.69	-0.77	2.19	9.57
広見川/四万十川	0.06	-9.55	-0.03	-0.02	-0.04	-0.08	0.00	-0.09
水量の比(2008.11.13)	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	Cl	NO ₃	SO ₄
梶原川/四万十川	-1.95	-0.97	0.97	-5.65	-5.49	7.40	0.51	1.32
広見川/四万十川	0.34	21.99	0.29	0.81	1.36	0.60	0.62	0.56
水量の比(2009.5.30)	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	Cl	NO ₃	SO ₄
梶原川/四万十川	0.84	-0.96	1.92	3.71	3.22	1.83	-4.17	3.70
広見川/四万十川	0.29	20.37	0.25	0.19	0.15	0.21	0.81	0.19

図23にみた奈路のNa/Cl値は2008年7月で1.71と2008年11月の1.45と2009年5月の1.36より高い値となったことは、その上流側で合流する広見川のNa/Cl値が2008年7月の1.41が2008年11月の1.32と2009年5月の0.95より高いことと整合する。広見川の四万十川へ合流する水量比を梶原川の場合と同様に求めてみると、各成分の平均で2008年7月は0.00、2008年11月は0.72、2009年5月で0.32となり、いずれも広見川で水量は少なく3回の平均では四万十川の0.34倍となった。

この関係は採水時に新川崎橋と轟崎橋から撮映した写真を比較して、広見川の水量は2008年11月>2008年7月>2009年5月の関係が、そして四万十川の水量は2008年7

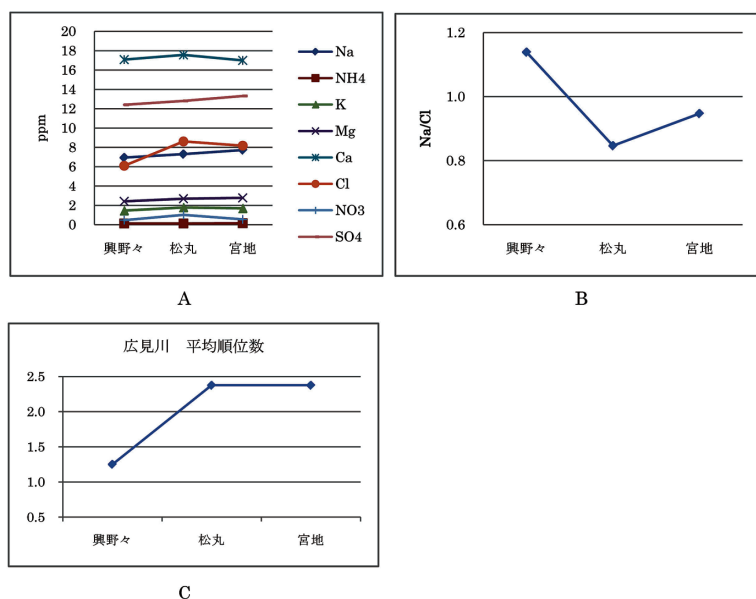


図 25 広見川の下流に伴う陰陽イオン (A)、Na/Cl (B)、と平均順位数 (C) の変化

月>2009年5月>2008年11月の関係がそれぞれあることと矛盾はないようだ。

四万十川の奈路で平均順位数が2008年11月と2009年5月で高くなるのは、成分濃度の高い広見川の合流によると考えられる。2008年7月に奈路で平均順位数が減ずるのはこの時期に四万十川の水量が多く広見川で少ないので、広見川の合流による影響が弱かったことが考えられる。

NH₄成分は0.22 ppm以下と濃度は低く、時期による変化は他の成分より大きいようである。

各成分の下流に伴う変化を平均順位に置き換えて、平均順位数の下流に伴う変化を図23に示した。基本的には下流に伴い成分濃度が増加する1Mパターンの河川と四万十川は把握できそう。志和分での凹みと、若井また奈路での増加がみられる。船戸から佐田までに12ヶ所の採水地点となるので順位は1~12位となるが、11月の奈路を除くと平均順位は2.4~8.2の間にありその差は5.8と半分に収まり、下流しながらの順位の変動が多いようだ。このことは四万十川が自然の状態が保たれている河川として四万十川を日本最後の清流と紹介されるようだが、その1つの現れと読むべきなのかもしれぬ。四万十川の個性は人為的な関与により成分濃度が高められておらず、支流の状態、地勢的な海の影響、降水、気温などの気象状況などが水質に素直に現れ易いようだ。

図25に四万十川の支流広見川の下流に伴う水質の変化と平均順位数の変化を示した。

広見川の興野々から宮地までの下流に伴う濃度変化を図25Aでみると大きな変化はないが、松丸でClが増加する。その関係から図25Bで示されたようにNa/Clは松丸で減少した。表1Qから広見川ではFの濃度が高く、松丸で0.44 ppmの値を示した。松丸でClとFが何故増加するかは不明である。

広見川の平均順位数の変化は図 25C にみるように 1M か 1H かである。1H であれば、松丸での濃度増は何故かを知る必要も強くなる。

I-9 九州の北部を流れる筑後川と山国川

I-9-A 筑後川

九州北部の九重連山西部および阿蘇外輪山北部を水源として南に下流する筑後川（大山川）は九重連山北部を水源とする支流玖珠川を日田にて合流する。筑後川はその後福岡県の南部を西から東に横断し久留米市から南に転じ蛇行しながら佐賀県との県境となって有明海に流れ出る。幹川流路延長 143 km、流域面積 2800 km² は九州最大の一級河川で、熊本県、大分県、福岡県、佐賀県内を流れる。

筑後川の採水は上流側より日田市中津江村栃原蜂の巢湖の川畑橋（地点番号 88）、日田市中津江村栃の下釜ダムダムサイト（89）、日田市大山町西大山の松原ダムダムサイト（90）、日田市大山町西大山（中央大橋、91）、日田市大字高瀬（くら橋、92）、日田市川原町（銭高橋、93）、うきは市吉井町八和田（恵蘇宿橋、94）、久留米市京町（長門石橋、95）の 8 ヶ所で行った。採水地点は図 14 に示した。採水地点名を下釜ダム 1、下釜ダム 2、松原ダム、大山川、日田 1、日田 2、吉井、久留米としてそれぞれ以降記す。支流では玖珠川を日田市天瀬町湯山の新湯山橋と日田市三芳小湊町の小湊橋で、そして花月川を日田市大字渡里の花月大橋にて採水した。

筑後川の採水は 2009 年 5 月 28 日に行った。

採水方法と実験方法は I-1-A で示した。

採水当日は下流側から採水したが、日田市大山町西大山の中央大橋より上流で降水となった。

筑後川上流にある下釜ダムは「蜂の巣城砦」として室原知幸氏がダム建築反対闘争を 1956 年 1 月から 1969 年 11 月にかけて「公共工事は、法に叶（かな）い、理に叶い、情に叶うものでなければならない」として展開した（松下竜一、1977）。そこで蜂の巢湖の源水を、下釜ダムにて下釜ダム管理支所の小野さんにいただき、意識して味わった。蜂の巢湖下流部に赤い橋の川畑橋が架かるが採水当日は渇水状態で橋下は湖ではなく、次の写真 6 左の如く早瀬であった。写真の赤いアーチ構造の川畑橋は橋桁が障害となり橋からの採水はできなかった。トラス構造の橋も歩道橋の外付けがないと採水できない場合が多い。川畑橋より上流の採水を計画したが、訪れた橋は川畑橋と同じ構造で採水を断念した。川畑橋で実際の筑後川（大川、蜂の巢湖）の採水は写真 6 左下の小さな橋から直接行った。

筑後川は日本最大の暴れ川の 1 つとされ、「坂東太郎」の利根川、「筑紫次郎」の筑後川（または「筑紫三郎」）、「四国三郎」の吉野川（または「四国次郎」）とも呼ばれるようだ。筑後川に水があっても筑紫平野に水がないといわれ、筑後川の利水は重要事であった。写真 6 右は吉井の恵蘇宿橋から筑後川の上流を映しているが、その先 1 km ほど上流に山田堰がある。写真では川筋の突き当たりで小さく白波が見える所で、右手から流れてくる筑後川を大石で張り詰めた石堰で受けて左手の堀川用水に導くもので黒田藩の庄屋、古賀百工が 1790 年に改修した堰で、その後も水害を受け補修したようだ。堀田用水は 1663 年に黒田藩が筑後川からトンネル形式で取水した用水で、現在そこに三連水車（朝倉の）が



写真 6. 左：蜂の巣湖に架かる川畑橋を上流側から望む 右：吉井の恵蘇宿橋から筑後川の上流側を望む
(いずれも 2009 年 5 月 28 日撮影)

置かれ実用と観光に用いられている。

「人類の文明は大河のほとりで生まれた、とよくいわれる。が、この言葉は間違いだと私は思っている。」(富田、1993) との文に接しいたく同感したことがある。少なくとも日本では大河川のほとりは海だか川だか陸だか分からないような、葦野が原ではなかったかと言うのである。最上川などで採水不可のトラス構造の橋で仕方なく川岸に降りて大変苦労したことがある。写真 1 右に釧路湿原を流れる旧釧路川の様子を示したが、かつての日本の平野部では極ありふれた風景であったろう。

歩道も設置されている新しい橋は採水に大変都合よい。だが、最近ハコモノ（構造物、橋もその一つ）は必要以上に作らないとの議論が社会にある。確かに必要以上に立派な橋もある。一方歩道がなく大型車の往来が多く、通るたびに振動し揺れる橋もある。欄干がない、また欄干が落ちそうな危険な橋もあった。橋の設置の場所、その規模、その後の維持管理などについて、採水しながら思うことも多い。

筑後川流域、特に支流の宝満川流域と筑後川の合流点から久留米市・佐賀県三養基郡周辺が日本住血吸虫の一大分布地であったが、宿主のミヤイリガイは河川敷を整地しコンクリート護岸を整備して撲滅され、1990 年（平成 2 年）に福岡県と久留米市は「安全宣言」を発表した。同時期利根川や富士川などでも撲滅され、日本は世界で唯一日本住血吸虫症を撲滅し、現在日本住血吸虫による疾患は国内に存在しない。反面、人為的強制的にミヤイリガイは絶滅させられたので久留米市に「宮入貝供養塔」があるようだ（筑後川、フリー百科事典『ウィキペディア（Wikipedia）』）。河川や湖沼から葦原の後退が自然の浄化力を弱めたとの指摘もあり、葦原復元が叫ばれている。自然の在り方を筑後川の流れは多くを語っているようだ。

さて、筑後川の河川水中の陰陽イオンなどの分析結果は表 1 (R) に示した。また筑後川上流の下笠ダムから久留米までの下流に伴う河川水中の陰陽イオンの濃度変化を図 26 に示した。

Na は下笠ダムの 4.46 ppm から松原ダムで 7.26 ppm、日田の大宮大橋の 8.15 ppm から日田の銭淵橋の 11.02 ppm の増加が目立つ。Cl の挙動もほぼ連動した変化が認められる

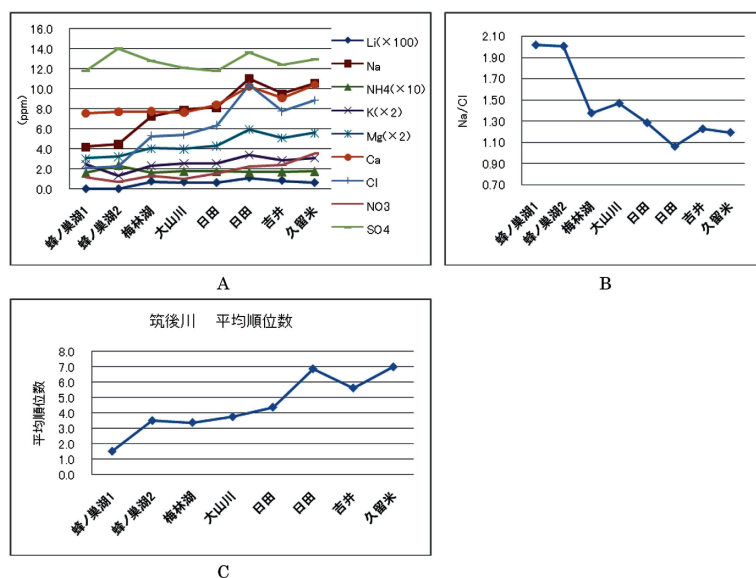


図 26 筑後川の下流に伴う水質と平均順位数の変化 A：2009 年 5 月 28 日, B：Na/Cl, C：平均順位数

が、下笠ダムで Cl の濃度は Na の 1/2 程度だが、日田の銭淵橋ではほぼ同じ濃度となる。

下笠ダムから松原ダムの間に杖立川が、日田の大宮大橋から日田の銭淵橋の間に玖珠川が筑後川に合流する。杖立川は阿蘇外輪山の南麓と久住連山の西麓を流域とする河川であり、玖珠川は久住連山の北麓を流域とする筑後川第一の支流で大分県内を流れる幹川流路延長 56.0 km、流域面積 530.5 km² の一級河川である。

玖珠川は合流点より上流を見た場合筑後川本流（大山川流域）より流路延長は長い、流域面積では下回っているため支流となっているとの記述がフリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』の筑後川の事項にあった。今回の日田での両河川の合流前後の成分濃度の変化から合流する両河川の水量比を求めると以下の表の様な結果となった。いずれの成分でも 1 を超え、玖珠川の水量が大山川の水量を上回っていた。

水量の比	Li	Na	K	Mg	Ca	Cl	NO ₃	SO ₄
玖珠川／大山川	1.27	1.60	1.66	2.20	2.17	3.06	3.22	10.48

玖珠川については天ヶ瀬の新湯山橋と日田の小淵橋の水質を表 1R に示したが、Na はいずれも 12.8 ppm で、Cl は 13.5 と 11.8 ppm であり、いずれも筑後川より濃度が高く、また天ヶ瀬では Cl 濃度が Na を上回っている。このことは日田の大宮大橋から日田の銭淵橋の間で認められた筑後川の Na と Cl の濃度変化はその間に合流する玖珠川に因るとして説明できる。なお玖珠川流域には温泉も多くまた九州電力の八丁原地熱発電所もある。杖立川の水質は未調査だが、Na と Cl が筑後川（大山川）より高くかつ Cl > Na の水質が推測される。このことは杖立川が玖珠川と久住連山を共通の流域とすることによって推測したい。杖立川流域には温泉が多く、1800 年の歴史があるという杖立温泉の水質は

弱食塩泉のようだ（杖立温泉観光協会、<http://tsuetate-onsen.com/>）。

日田（銭淵橋）から吉井で Na, Cl 成分の減少が認められる。この間に上流側から花月川、大肥川、新川が合流することから、これら河川による希釈効果が働いたと思われる。花月川については花月川大橋で測定したが表 1R に見るように Na, Cl 成分は筑後川より低く希釈効果に寄与したが、Ca, NO₃ は筑後川より高く希釈効果はないだろう。花月川で NO₂ が 0.21 ppm 測定され、この河川が日吉市の市街地近くを通る河川でもあり人為的な汚染があるようだ。

筑後川の下流に伴う Na/Cl 値の変化を図 26B に示したが、下流につれて Na/Cl 値は減じている。Na の岩石の主要成分であり風化作用により河川水中に溶出するが Cl は一般的に岩石には乏しい成分である。Na, Cl は海水の主成分であることから、上流流域から下流につれて岩石の風化作用による Na 成分の付加があり、下流に近づくとき海水に起因する Na, Cl 成分の付加が強くなる。したがって上流で Na/Cl 値が高く下流で低くなることが予想される。筑後川の下笠ダムまでは Na/Cl が 2.0 であり風化作用の成分がかかわるが、杖立で玖珠川が合流すると火山性の熱水、温泉水も加わり、筑後川の Na/Cl 値を下げる働きをするようだ。

吉井、久留米へと下流すると筑後川は自身が運搬堆積した土砂からなる沖積平野の筑紫平野の上を流れることとなる。筑紫平野から佐賀平野に出て筑後川は有明海に注ぐ。すなわち筑後川の吉井、久留米間は海の影響を佐賀平野を介して筑紫平野として受けるだろう。地形的には玄海灘の海の影響も福岡湾から御笠川の川筋を通して筑紫野市より受けよう。吉井から久留米で Na, Cl を含め多くの成分で若干の濃度の増加が認められ、Na/Cl 値は若干だが減少したことは久留米が河口に近いことと整合する。特に NO₃ の増加がみられ、人的活動、特に農耕に伴う影響と考えられる。

図 26C に筑後川の下流に伴う平均順位数の変化を示した。下流につれて濃度が増加する 1M パターンであった。日田で平均順位数は高くなったが大局的には 1M であった。

I-9-B 山国川

山国川は大分県中津市山国町英彦山（1200 m）が水源で、大分県北西部を主な流域とする。広い溶岩台地を侵食して名勝耶馬溪を形成し、中津平野から瀬戸内海の周防灘に流れ出る、幹川流路延長 56 km、流域面積 540 km² の一級河川である。

山国川の採水は上流側より中津市山国町草本（大曲橋、地点番号 96）、中津市山国町宇曾（宇治見橋、97）、中津市那場計耶馬溪町大字大島（雲与橋、98）、中津市三光佐和（新山田大橋、99）の計 4 ヶ所で、また支流の山移川では上流側より中津市耶馬溪町大字山移（竹弦橋、100）、耶馬溪大字山移の耶馬溪ダム（大平橋、101）、耶馬溪町大字柿坂の耶馬溪ダムより下流に架かる橋（地点番号 102）の合計 3 ヶ所にて採水した。山国川の採水地点は大曲、山国、橋本、上唐原として、また山移川では竹弦橋、耶馬溪ダム、ダム下流として以降それぞれ記した。採水地点は図 14 に示した。

採水は 2009 年 5 月 29 日に行った。採水方法と実験方法は I-1-A で示した。

山国川について上流の大曲から下流の上唐原まで 4 ヶ所にて採水した河川水中の陰陽イオンなどの分析結果は表 1 (S) に示した。下流に伴い見られた陰陽イオン濃度の変化はグラフ化して図 27 に示した。

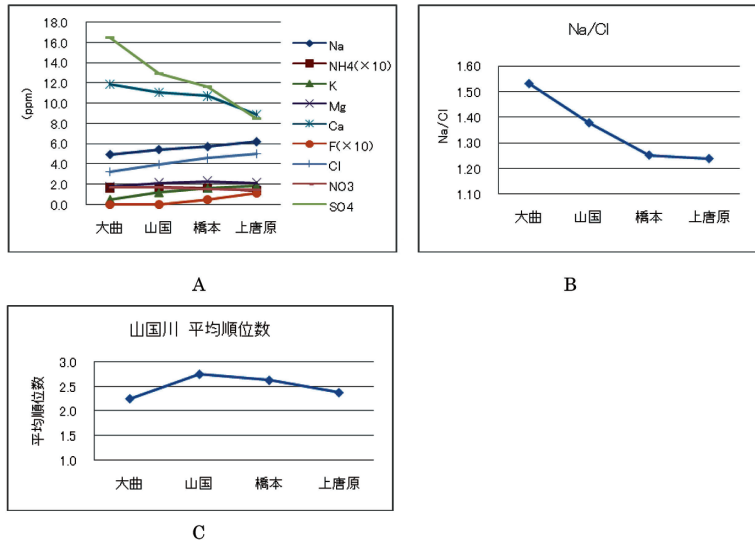


図 27 山国川の下流に伴う水質 (A, B) と平均順位数 (C) の変化

山国川の上流から下流に伴う濃度の変化を図 27A でみると Ca と SO_4 は減少し、Na, K, Cl は逆に増加している。大曲より更に上流で Ca と SO_4 の濃度が増すかは興味がある。この地域の地質は後期中新生—鮮新世の火山岩類で複輝石・角閃石安山岩と凝灰角礫岩からなる豊肥・瀬戸内火山岩層と、近くにあったであろう猪牟田カルデラから約 100 万年前に噴出した溶結凝灰岩の耶馬溪火砕流堆積層とが分布する。今回採水した支流山移川の流域は主に耶馬溪火砕流堆積層からなる。山移川の水質と比較すると Ca と SO_4 は明らか山国川で濃度が高いことから、これら成分は豊肥・瀬戸内火山岩層に由来するのだろう。なお大曲の採水地点はかつて「旭金山」と呼ばれた草本金山に近く、昭和 10 年代に国内有数の採金量があり、労働者は五百人以上だったという（「中津新聞」2007 年 07 月 11 日、<http://www.oitatv.com/chiiki/index.php?id=619>）。

下流するにつれ濃度が増した Na と Cl について、その比 Na/Cl を取り下流に伴う変化を図 27B に示した。Na/Cl 値は上流の大曲では 1.53 だが、橋本で 1.25、そして上唐原で 1.24 と若干だが下流につれて減少した。海水の Na/Cl 比は 0.55 であり、山国川で下流につれて Na/Cl 値が減少したことは瀬戸内海の周防灘からの海水による影響が若干あったとして矛盾はない。

平均順位数の下流に伴う変化を図 27C に示した。下流につれて増減を異にする成分があり山国で平均順位数が最大値を示し、上流側の大曲と下流側の上唐原で平均順位数の差が小さい 2H パターンを山国川は示した。

図 28 は支流山移川の下流に伴う水質と平均順位数の変化様子を示した。

図 28 にみるように耶馬溪ダム上流の竹弦橋で成分濃度は ppm 単位で高い順に Na, Ca, Cl, SO_4 , K, Mg となる。この濃度の順位は耶馬溪ダム湖中の大平橋、そしてダム下流で山国川への合流点近くでも変わらなかった。だが濃度は下流につれて減少した。すなわち平

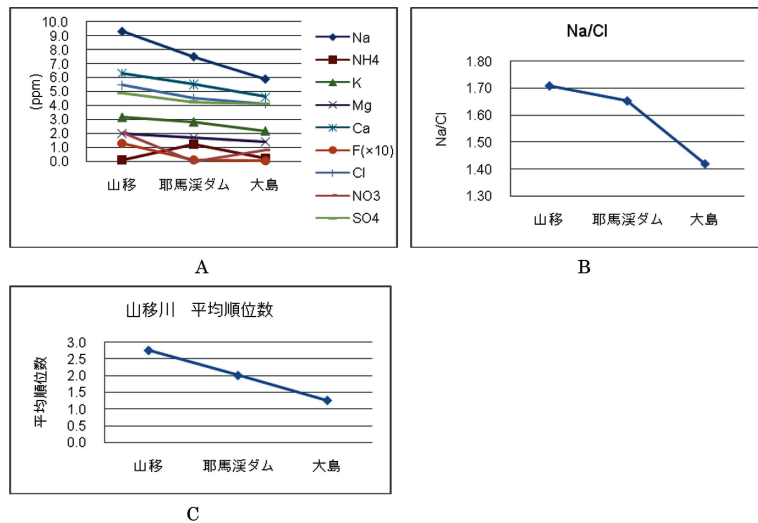


図 28 山移川の下流に伴う水質 (A, B) と平均順位数 (C) の変化

均順位数が下流するにつれて減少する 3M パターンの河川であることは明らかである。図 28C にその様子を示した。

Na/Cl 値を取り下流に伴う変化は山国川と同様に下流につれて減少した。海水の影響が考えられる。

Ⅱ. 日本の河川

1 部で報告した河川にこれまでに調査報告した河川を加えると 53 水系 69 河川となる。それら日本の河川を地方別に分けて以下に示す。

1. 北海道地方

天塩川、石狩川、斜里川、釧路川

2. 東北地方

日本海側：岩木川 [岩木川、支流朝瀬石川]、米代川、雄物川 [雄物川、支流玉川]、最上川 [最上川、小国川]

太平洋側：閉伊川、北上川 [北上川、支流江合川]、阿武隈川 [阿武隈川、支流荒川 (福島)]、夏井川

3. 関東地方

久慈川 [久慈川、支流大草川]、利根川 [利根川、支流渡良瀬川、支流吾妻川、支流碓井川、支流鎗川]、西畑川・夷隅川、養老川、荒川 (秩父)

4. 中部地方

日本海側：荒川 (越後)、阿賀野川 [阿賀野川、支流只見川]、信濃川 [信濃川、支流于曲川、支流高瀬川]、関川、姫川、黒部川、宮川・神通川、九頭竜川

太平洋側：狩野川、釜無川・富士川、大井川、天竜川、宇津川・豊川、木曾川〔木曾川、支流飛騨川〕、長良川

5. 近畿地方

由良川、円山川、雲出川、紀の川、桂川・淀川、市川

6. 中国地方

日本海側：日野川、江の川、高津川〔高津川、支流津和野川〕、阿武川、深川川

瀬戸内海側：高梁川、芦田川、錦川、厚狭川

7. 四国地方

吉野川、仁淀川、四万十川〔四万十川、支流広見川〕

8. 九州地方

筑後川、山国川〔山国川、支流山移川〕

これら河川について、西山（2004）が提示した河川水の下流に伴う平均順位数の変化の様子から 1H, 1M, 1L, 2H, 2M, 2L, 3H, 3M, 3L の 9 パターンに分類する方法に基づき、整理した結果を表 4 に地方別にまとめて示した。地方をまたがって流れる河川は河口の場所をもって整理した。ただし、木曾川と長良川は河口が三重県であり近畿地方となるが流れはほとんど岐阜県内にあるので中部地方とした。

さいごに

日本の 53 水系 69 河川について下流にともなう水質変化を西山（2004）の提案した平均順位数の変化に直して 9 つのパターンに分類して表 4 に示した。

河川は上流から下流するにつれて、その水質は変化する。下流を更に下れば、海に至る。上流を遡れば、山に至り、さらに広がる空がある。そこには河川水の原水となる降水をもたらす雲があり、水蒸気がある。その先には海が見える。水の大循環が意識できる。

すなわち自然に河川はあり、時、空と関係し合い、何処そして何時を意識すると、必ずそこに確かな上流、中流、下流の存在を感じる。私たちの意識は変わるが、自然と関係し合えば、その変わる先に、自然が持つ確かさを認識できる。

物事の分類整理は要素を選択することで可能だと渡辺（1978）は「醜い家鴨の仔の定理」という定理で示した。

日本の河川を、できるだけ 1 日の内に、3 地点以上の複数地点で、橋上から採水し、イオンクロマトグラフを用いた陰陽イオンの分析をし、平均順位数を定義して、下流に伴いみられる様子を 9 パターンに識別した。このような選択をすることで、日本の河川を自然の中での確かな存在として表 4 にまとめて示せたようだ。

表 1 日本各地の河川について、採水地点と河川水の水質など

表中の地点番号は図1, 4, 7, 11, 14, 22 中の地点番号に一致する．試料番号は採水月日と採水順番を次のように示す．例 07071801 → 2007 年 07 月 18 日採水番号 01.

(A) 斜里川																				
地点番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学成分 (ppm)											Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻	
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃	SO ₄					Total
1	07071801	斜里川	札弦	札弦橋	0.000	6.02	0.02	0.84	1.29	5.25	0.00	4.12	0.00	1.51	4.57	23.62	1.46	7.41	9.9	8 : 30
2	07071802	斜里川	清里	中央橋	0.000	6.86	0.05	1.12	1.86	7.09	0.00	5.05	0.00	3.94	7.96	33.94	1.36	7.08	13.0	11 : 25
3	07071803	斜里川	中斜里	川上橋	0.000	7.11	0.04	1.12	1.92	7.23	0.00	5.26	0.00	4.09	9.16	35.93	1.35	7.28	12.6	13 : 00

(B) 釧路川水系																				
地点番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学成分 (ppm)											Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻	
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃	SO ₄					Total
4	07071704	釧路川	摩周	万翠橋	0.020	33.35	0.00	2.58	3.88	11.28	0.00	5.61	0.00	2.16	12.37	71.25	5.95	7.25	13.9	15 : 35
5	07071703	釧路川	標茶	開運橋	0.010	22.32	0.00	1.99	3.44	11.07	0.22	16.13	0.00	1.58	33.88	90.64	1.38	7.21	13.5	12 : 45
6	07071702	釧路川	塘路	二本松橋	0.009	19.54	0.00	1.79	3.06	10.06	0.17	16.23	0.00	1.56	33.35	85.77	1.20	7.40	13.3	11 : 53
7	07071701	釧路川	遠矢	新丹頂橋	0.006	83.42	0.04	4.03	9.92	19.42	0.12	25.71	0.00	1.53	24.59	168.79	3.24	6.94	15.9	
	07071705	釧路川	摩周	新鑓別橋	0.000	9.22	0.04	0.78	2.48	11.09	0.00	5.08	0.00	2.13	10.94	41.77	1.81	7.34	14.1	15 : 55

(C) 北上川水系																				
地点番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学成分 (ppm)											Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻	
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃	SO ₄					Total
8	03050403	北上川	沼宮内	苗代澤橋	0.000	4.66	0.05	0.80	2.12	7.28	0.00	5.78	0.00	4.22	6.78	31.69	0.80	7.35	10.0	
9	03050401	北上川	盛岡	開運橋		4.32	0.11	0.95	2.48	9.77	0.12	5.13	0.00	3.49	19.73	46.10	0.84	7.14	9.6	
10	03050404	北上川	北上	直接		4.82	0.02	1.24	2.08	7.41	0.18	6.86	0.00	4.45	12.04	39.10	0.70	7.12	12.2	
11	03050406	北上川	平泉	高館橋	0.000	4.95	0.00	1.00	1.77	6.49	0.00	6.71	0.00	3.07	10.61	34.60	0.74	7.18	14.5	
12	03050304	北上川	登米	登米大橋	0.000	5.02	0.00	0.80	1.76	6.70	0.05	6.54	0.15	2.82	10.51	34.36	0.77	7.08	13.5	
	03050402	平石川	盛岡	太田橋	0.000	3.76	0.07	0.69	1.49	5.46	0.00	4.41	0.00	2.59	7.39	25.86	0.85	7.18	9.7	
	03050405	和賀川	北上	九年橋	0.000	4.31	0.05	0.48	1.16	3.16	0.00	5.44	0.00	1.03	7.37	23.00	0.79	7.25	12.3	
8	03081507	北上川	沼宮内	苗代澤橋	0.000	6.34	0.07	1.41	1.76	6.81	0.00	6.66	0.20	3.40	8.56	35.21	0.95	7.48	16.8	
9	03081505	北上川	盛岡	開運橋	0.000	6.67	0.17	1.59	4.23	15.87	0.01	7.13	0.00	4.25	26.68	66.60	0.94	7.55	19.4	
10	03081504	北上川	北上	珊瑚橋	0.000	5.81	0.08	1.18	2.51	9.40	0.00	5.94	0.00	3.07	11.54	39.53	0.98	7.46	18.1	
11	03081502	北上川	平泉	高館橋	0.000	6.04	0.10	1.28	2.43	8.93	0.01	6.73	0.00	2.88	11.04	39.44	0.90	7.3	18.6	
12	03081501	北上川	登米	登米大橋	0.000	5.99	0.14	1.30	2.44	9.90	0.00	6.41	0.00	2.45	11.15	39.78	0.93	7.22	19.3	
8	03112102	北上川	沼宮内	苗代澤橋	0.000	5.80	0.000	1.27	2.57	19.30	0.00	6.13	0.00	2.62	6.60	44.29	0.95	7.52	9.4	
9	03112101	北上川	盛岡	開運橋	0.000	7.33	0.050	1.58	4.11	36.57	0.02	8.17	0.00	3.58	34.43	95.84	0.90	7.49	8.5	
10	03112103	北上川	北上	珊瑚橋	0.000	6.58	0.000	1.98	2.72	20.30	0.02	8.49	0.18	4.00	16.17	60.44	0.78	7.24	10.5	
11	03112104	北上川	平泉	高館橋	0.000	6.54	0.000	2.00	2.57	18.57	0.00	8.34	0.00	2.45	12.54	53.01	0.78	7.45	10.3	
12	03112202	北上川	登米	登米大橋	0.000	6.84	0.000	2.05	2.51	20.21	0.00	8.48	0.00	2.11	13.55	55.75	0.81	7.23	9.6	
		磐井川	一関	上の橋	0.002	7.15	0.060	1.80	2.00	17.90	0.00	10.20	0.00	1.05	22.14	62.30	0.70	7.35	9.1	

(D) 江合川																		
地点番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学組成 (ppm)										Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃				
13	02052503	江合川	鳴子	鳴子大橋	0.003	6.96	0.10	0.82	1.29	4.28	0.00	7.40	—	0.21	13.12	34.18	0.94	
14	02052502	江合川	岩出山	新岩出大橋	0.004	9.34	0.10	1.00	1.64	5.09	0.00	7.98	—	0.19	14.38	39.73	1.17	
15	02052501	江合川	北浦	遠田橋	0.004	10.29	0.06	1.16	1.95	5.81	0.20	9.18	—	0.42	16.00	45.07	1.12	
	02052504	大谷川	尿前		0.005	8.70	0.08	0.85	1.60	3.73	0.00	6.39	—	0.18	9.44	30.97	1.36	
	02052505	大谷川	中山平		0.000	6.14	0.05	0.57	1.22	3.30	0.00	6.28	—	0.18	5.62	23.35	0.98	
13	02111703	江合川	鳴子大橋	鳴子大橋	0.00	8.70	0.01	0.83	0.77	2.38	0.00	7.73	—	0.23	13.97	34.62	1.13	
14	02111801	江合川	岩出山	新岩出大橋	0.00	10.50	0.01	1.01	0.91	2.74	0.00	8.34	—	0.28	15.05	38.84	1.26	
15	02111802	江合川	北浦	遠田橋	0.00	11.60	0.01	1.10	0.93	2.77	0.00	8.67	—	0.34	15.52	40.94	1.34	
13	03050301	江合川	鳴子	鳴子大橋		4.34	0.05	0.44	0.88	2.81	0.09	4.66	—	0.89	7.47	21.64	0.93	8.5
14	03050302	江合川	岩出山	新岩出大橋	0.003	7.39	0.00	0.77	1.39	3.90	0.08	6.45	—	1.04	11.33	32.36	1.15	11.0
15	03050303	江合川	北浦	遠田橋	0.002	8.29	0.04	1.02	1.67	4.94	0.00	7.56	—	1.26	12.89	37.67	1.10	15.8

(E) 萩父荒川

地点番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学組成 (ppm)										Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻	
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃					SO ₄
16	03021001	萩父荒川	三峰口	白川橋	0.006	4.77	0.12	0.64	1.68	25.12	0.000	5.48	0.00	1.22	27.67	66.71	0.87	7.78	2.8
17	03021002	萩父荒川	御花畑	佐久良橋	0.003	6.23	0.14	0.73	2.22	24.08	0.000	5.07	0.00	1.88	26.36	66.70	1.23	8.31	5.7
18	03021003	萩父荒川	親鼻	親鼻橋	0.002	10.08	0.02	1.28	3.51	28.92	0.000	8.40	0.00	3.16	32.68	88.06	1.20	8.80	6.1
19	03021004	萩父荒川	寄居	正喜橋	0.002	10.19	0.00	1.31	3.54	28.60	0.000	8.79	0.00	3.63	30.95	87.00	1.16	8.34	5.3
20	03021005	萩父荒川	熊谷	荒川大橋	0.002	11.38	0.00	1.70	3.97	29.67	0.000	10.84	0.14	4.22	33.12	95.04	1.05	9.20	7.5
16	03053001	萩父荒川	三峰口	白川橋	0.012	5.86	0.11	0.73	1.67	31.42	0.10	6.86	0.00	2.40	38.40	87.57	0.85	8.15	15.6
17	03053002	萩父荒川	御花畑	佐久良橋	0.002	3.02	0.09	0.57	1.23	16.55	0.00	2.14	0.00	2.40	16.03	42.04	1.41	8.06	15.6
18	03053003	萩父荒川	親鼻	親鼻橋	0.000	5.40	0.01	1.00	1.94	19.09	0.23	4.23	0.00	3.44	18.70	54.05	1.28	8.92	19.6
19	03053004	萩父荒川	寄居	正喜橋	0.001	5.52	0.00	1.03	2.08	19.96	0.08	4.38	0.00	4.11	17.41	54.57	1.26	8.79	19.4
20	03053005	萩父荒川	熊谷	荒川大橋	0.001	6.71	0.06	1.31	2.35	20.36	0.12	6.34	0.00	3.75	19.02	60.02	1.06	9.49	22.2
16	08100301	萩父荒川	三峰口	白川橋	0.002	3.39	0.07	0.64	1.26	21.94	0.00	2.04	0.00	3.26	13.54	46.13	1.67	8.51	14.4
17	08100302	萩父荒川	御花畑	佐久良橋	0.000	3.65	0.10	0.62	1.32	18.79	0.00	1.95	0.00	3.44	13.68	43.55	1.87	8.76	16.0
18	08100303	萩父荒川	親鼻	親鼻橋	0.000	5.42	0.11	0.95	2.09	21.87	0.00	3.28	0.00	4.56	17.27	55.55	1.62	9.02	18.5
19	08100304	萩父荒川	寄居	正喜橋	0.000	5.50	0.10	1.07	2.40	22.73	0.00	3.36	0.00	5.25	18.14	58.57	1.64	8.74	18.0
20	08100305	萩父荒川	熊谷	荒川大橋	0.000	6.45	0.08	1.40	3.05	24.42	0.00	4.67	0.00	7.40	20.78	68.26	1.38	9.18	20.1

(F) 阿賀野川水系

地点番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学組成 (ppm)											Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃	SO ₄				
21	06060101	只見川	只見	常磐橋	—	1.41	0.03	0.23	0.61	2.66	0.00	1.94	0.00	0.90	2.95	10.73	0.73	7.03	7.0

22	06060201	只見川	川口	上井草橋	—	1.88	0.02	0.33	0.61	2.60	0.00	2.39	0.00	0.79	3.16	11.78	0.79	6.57	8.7
23	06060202	只見川	柳井	観月橋	—	1.96	0.05	0.31	0.65	2.69	0.00	2.55	0.00	0.81	3.51	12.53	0.77	6.34	9.7
24	06060302	只見川	川井	山井橋	—	2.02	0.04	0.41	0.67	2.72	0.00	2.63	0.00	0.77	3.55	12.81	0.77	6.31	9.3
25	06060301	阿賀川	山都	山都橋	—	7.02	0.05	1.55	2.05	8.47	0.07	9.54	0.29	2.37	17.93	49.34	0.74	6.34	15.4
26	06060303	阿賀川	鹿瀬	鹿瀬橋	—	2.78	0.02	0.47	0.85	3.51	0.00	3.71	0.00	0.97	5.91	18.23	0.75	6.22	11.5
27	06060304	阿賀野川	新津	阿賀浦橋	—	3.17	0.03	0.57	0.95	3.71	0.00	4.18	0.00	1.01	6.63	20.25	0.76	6.37	13.7

(G) 関川

地点 番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学組成 (ppm)											Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃	SO ₄				
28	06053104	関川	妙高高原	兼保橋	—	3.75	0.05	0.50	1.48	5.86	0.00	4.54	0.00	0.47	4.92	21.57	0.83	7.32	9.8
29	06053103	関川	新井	関川橋	—	6.39	0.03	0.80	2.17	8.02	0.00	7.94	0.00	0.91	15.59	41.87	0.80	6.78	15.3
30	06053102	関川	高田	中央橋	—	11.46	0.06	0.81	1.73	8.23	0.00	17.74	0.15	1.28	16.00	57.48	0.65	6.42	15.9

(H) 由良川水系

地点 番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学組成 (ppm)											Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃	SO ₄				
31	01111702	由良川	和知	金刀比羅橋	0.000	4.50	0.13	0.53	1.13	3.41	0	5.74	0.00	0.69	3.62	19.76	0.78	7.62	10.7
32	01111701	由良川	綾部	丹波大橋	0.000	4.97	0.13	0.61	1.39	4.70	0	6.25	0.00	0.78	4.02	22.85	0.80	6.97	10.1
33	01111703	由良川	福知山	音無瀬橋	0.000	5.44	0.10	0.76	1.74	6.19	0	7.00	0.00	1.05	5.35	27.64	0.78	7.38	10.8
34	01111704	由良川	大江	・ ・ ・ 橋	0.000	6.32	0.04	0.82	1.95	7.63	0	7.60	0.00	1.30	6.61	32.26	0.83	7.37	10.7
	01111705	宮川	大江	新瀬大橋	0.000	5.82	0.08	0.69	3.14	4.95	0	7.10	0.00	0.89	6.30	28.97	0.82	7.26	10.8
31	02050101	由良川	和知	金刀比羅橋	0.000	4.06	0.13	0.60	1.30	3.42	0.00	5.77	0.00	0.55	3.84	19.67	0.70	6.63	13.8
32	02050102	由良川	綾部	丹波大橋	0.000	4.59	0.11	0.69	1.55	4.43	0.00	6.22	0.00	0.68	4.23	22.50	0.74	4.72	12.0
33	02050103	由良川	福知山	新音無瀬橋	0.000	6.12	0.07	1.17	2.29	7.13	0.00	8.54	0.00	1.10	6.88	33.31	0.72	4.60	15.0
34	02050104	由良川	大江	・ ・ ・ 橋	0.000	6.29	0.04	1.17	2.27	7.23	0.00	8.46	0.00	1.19	7.65	34.32	0.74	4.60	14.4
	02050105	宮川	大江	新瀬大橋	0.000	5.69	0.12	0.88	3.32	5.04	0.00	7.63	0.00	0.70	7.05	30.44	0.75	4.80	14.8
31	02101404	由良川	和知	金刀比羅橋	0.00	4.72	0.15	0.77	1.64	4.98	0.00	6.24	0.00	0.99	4.93	24.42	0.76	7.68	18.9
32	02101403	由良川	綾部	丹波大橋	0.00	5.15	0.13	0.67	1.70	5.15	0.00	6.22	0.00	0.81	4.44	24.28	0.83	7.71	19.5
33	02101402	由良川	福知山	新音無瀬橋	0.00	5.26	0.14	0.74	2.44	8.01	0.00	8.73	0.00	0.93	6.95	33.19	0.60	7.75	20.7
34	02101401	由良川	大江	尾藤橋	0.00	6.62	0.19	1.16	2.57	8.40	0.00	8.93	0.00	1.25	7.75	36.88	0.74	7.69	20.4

(I) 淀川・桂川

地点 番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学組成 (ppm)											Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃	SO ₄				
35	02043001	桂川	船岡	越方橋	0.000	4.71	0.20	0.66	1.78	5.86	0.00	5.66	0.00	0.30	5.71	24.88	0.83	16.3	11 : 25
36	02043002	桂川	千代川	月読橋	0.000	5.22	0.20	0.97	1.77	6.39	0.00	5.91	0.00	0.53	6.09	27.10	0.88	6.17	15.9
37	02043004	桂川	嵐山	渡月橋	0.000	6.43	0.10	1.17	2.35	8.79	0.03	6.98	0.00	1.44	8.42	35.71	0.92	8.52	13 : 50
38	02043003	桂川	嵐山	(JR側) 橋下	0.000	6.72	0.25	1.17	2.49	9.11	0.00	7.02	0.00	1.28	10.09	38.13	0.96		
39	02043005	淀川	淀	宮前橋	0.001	18.43	0.18	3.11	2.77	11.72	0.00	17.87	0.26	6.11	20.18	80.61	1.03		

40	02043006	淀川	枚方公園	枚方大橋	0.000	13.34	0.02	2.48	2.53	12.59	0.04	15.37	0.00	1.92	15.99	64.30	0.87		
35	01111609	桂川	船岡	越方橋	0.000	4.69	0.12	0.70	1.56	6.56	0.00	5.24	0.00	0.49	5.15	24.50	0.89	8.04	12.8
36	01111608	桂川	千代川	月読橋	0.000	6.44	0.07	1.21	1.73	8.50	0.00	7.30	0.00	0.71	6.59	32.55	0.88	8.14	13.3
37	01111606	桂川	嵐山	渡月橋	0.001	10.07	0.02	1.77	2.36	12.66	0.00	10.81	0.00	1.99	10.87	50.56	0.93	7.70	12.9
38	01111607	桂川	嵐山	(JR側) 橋下	0.000	10.21	0.00	1.83	2.43	12.79	0.00	10.83	0.00	1.97	11.28	51.34	0.94	7.69	13.5
39	01111603	淀川	淀	宮前橋	0.002	37.64	0.03	4.79	3.00	17.11	0.00	29.37	0.58	8.33	40.62	141.45	1.28	7.21	15.5
40	01111604	淀川	枚方公園	橋(手前)	0.002	16.23	0.02	2.79	2.24	15.46	0.00	16.68	0.16	2.09	20.14	75.82	0.97	7.46	14.0
40	01111605	淀川	枚方公園	橋(奥手)	0.001	16.70	0.02	2.87	2.26	15.55	0.00	17.26	0.15	2.34	20.89	78.04	0.97	7.41	14.1

(J) 芦田川水系

地点 番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	Li	Na	NH ₄	K	Mg	化学組成 (ppm)				NO ₂	NO ₃	SO ₄	Total	Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻
										Ca	F	Cl									
41	03072206	芦田川	三川	田谷橋	0.000	4.83	0.00	2.12	2.50	13.28	0.09	5.07	0.00	2.89	6.65	37.43	0.95	7.23	21.2		
42	03072205	芦田川	三川	平岩橋、奥手	0.000	4.80	0.00	2.14	2.42	13.26	0.09	5.07	0.00	2.94	6.69	37.42	0.95	7.53	21.2		
42	03072204	芦田川	三川	平岩橋、手前	0.000	5.24	0.05	1.70	2.33	13.75	0.11	5.02	0.00	2.46	6.20	36.86	1.05	7.48	21.1		
43	03072203	芦田川	河佐	布渡橋	0.006	5.24	0.00	1.80	2.18	13.29	0.25	4.76	0.00	2.37	6.64	36.54	1.10	7.51	23.0		
44	03072202	芦田川	府中	府中新橋	0.000	5.82	0.07	1.85	2.38	14.10	0.12	5.52	0.00	3.00	8.05	40.93	1.05	7.55	22.8		
45	03072201	芦田川	戸手	福戸橋	0.000	7.48	0.00	1.86	2.75	15.58	0.11	5.81	0.00	3.41	11.92	48.91	1.29	7.31	22.1		
	03072207	矢野田川	三川	大悟橋	0.000	5.58	0.00	1.16	2.20	14.60	0.11	4.98	0.00	2.00	5.64	36.26	1.12	7.49	20.4		
41	03120505	芦田川	備後三川	田谷橋	0.007	7.23	0.00	2.49	1.60	12.43	0.18	7.30	0.00	2.44	7.90	41.57	0.99	7.44	12.00	17 : 25	
42	03120504	芦田川	備後三川	平岩橋	0.006	7.32	0.00	2.06	1.61	12.29	0.24	6.99	0.00	2.77	7.40	40.68	1.05	7.57	11.40	17 : 10	
43	03120503	芦田川	河佐	布渡橋	0.005	5.49	0.12	1.93	1.09	9.48	0.27	4.98	0.00	1.60	5.93	30.88	1.10	7.87	13.40	15 : 25	
44	03120502	芦田川	府中	府中新橋	0.007	8.30	0.00	2.26	1.53	12.82	0.27	7.48	0.00	2.70	9.01	44.37	1.11	8.50	11.90	14 : 05	
45	03120501	芦田川	戸手	福戸橋	0.000	12.60	0.11	2.29	1.55	12.31	0.19	7.44	0.00	2.35	20.46	59.29	1.69	7.44	11.40	12 : 20	
	03120506	矢野田川	三川	大悟橋	0.004	8.10	0.05	1.37	1.46	12.84	0.41	6.30	0.00	2.24	6.47	39.24	1.28	7.60	9.20	17 : 40	

(K) 江の川水系

地点 番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	Li	Na	NH ₄	K	Mg	化学組成 (ppm)				NO ₂	NO ₃	SO ₄	Total	Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻
										Ca	F	Cl									
46	03072301	江の川	三次1	寿橋	0.000	4.90	0.00	1.19	1.53	9.64	0.03	5.44	0.00	1.76	4.62	29.11	0.90	6.86	21.2		
47	03072302	江の川	三次2	祝橋	0.000	4.88	0.00	1.06	1.82	9.40	0.00	5.41	0.00	1.59	4.76	28.91	0.90	7.07	20.1		
48	03072305	江の川	口羽	直接	0.000	5.14	0.00	1.09	1.85	9.00	0.00	5.78	0.00	1.56	4.66	29.08	0.89	6.50	20.1		
49	03072306	江の川	浜原	直接	0.000	6.09	0.00	1.40	2.18	8.41	0.00	6.78	0.00	1.74	5.63	32.23	0.90	9.20	22.0		
50	03072307	江の川	港	港橋	0.002	6.32	0.03	1.15	2.09	8.80	0.00	7.64	0.00	1.48	4.78	32.29	0.83	7.19	21.1		
51	03072308	江の川	川本	川本大橋	0.002	6.17	0.03	1.07	2.12	8.80	0.00	7.62	0.00	1.49	4.77	32.06	0.81	7.20	21.4		
	03072303	馬洗川	三次	巴橋	0.000	4.49	0.04	0.72	1.70	7.03	0.00	5.00	0.00	1.24	4.12	24.36	0.90	7.04	18.3		
	03072304	出羽川	口羽	(駅前) 橋	0.000	6.41	0.04	0.98	2.07	6.46	0.00	8.04	0.00	1.24	4.18	29.41	0.80	7.20	19.7		
49	03120601	江の川	浜原	直接	0.000	8.51	0.00	1.50	1.39	8.55	0.00	—	0.00	2.34	7.10	29.40	0.76	7.49	11.8	10 : 13	
50	03120602	江の川	港	港橋	0.007	10.00	0.00	1.55	1.54	7.88	0.00	13.19	0.00	2.42	6.48	43.07	0.76	7.33	11.2	11 : 20	

51	03120603	江の川	川本	川本大橋	0.002	8.05	0.00	1.36	1.23	6.73	0.05	10.00	0.00	1.74	5.64	34.80	0.81	7.46	11.3	11 : 50
----	----------	-----	----	------	-------	------	------	------	------	------	------	-------	------	------	------	-------	------	------	------	---------

(L) 阿武川水系

地点番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学組成 (ppm)										Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻		
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃					SO ₄	Total
55	03120704	阿武川	阿武川ダム	阿武川ダム	0.000	7.24	0.07	1.31	1.38	12.05	0.07	8.86	0.00	1.87	5.41	38.26	0.82	6.86	14.0	11 : 05
56	03120703	阿武川	船戸	船戸橋	0.000	7.02	0.02	1.31	1.31	11.54	0.07	8.42	0.00	1.74	5.04	36.46	0.83	7.11	14.0	10 : 20
57	03120702	阿武川	相原	相原橋	0.003	6.85	0.00	1.29	1.39	11.83	0.06	8.29	0.00	1.84	5.33	36.89	0.83	7.27	13.0	9 : 35
58	03120701	阿武川	小郷	小郷橋	0.004	6.81	0.00	1.21	1.31	11.87	0.06	8.32	0.00	1.74	5.14	36.46	0.82	7.28	13.0	9 : 00
52	07022107	阿武川	徳佐	(羽波)	0.000	4.95	0.04	0.66	1.22	6.85	0.00	8.13	0.00	2.49	4.59	28.93	0.61	6.89	8.9	13 : 20
53	07022106	阿武川	徳佐	(堀の内)	0.000	5.07	0.03	0.73	1.17	6.38	0.00	8.35	0.00	3.31	5.01	30.05	0.61	6.69	9.1	13 : 00
54	07022105	阿武川	三谷	新三谷橋	0.000	5.51	0.06	0.73	1.10	6.04	0.00	8.95	0.00	3.37	5.29	31.05	0.62	7.14	8.5	10 : 50
55	07022104	阿武川	阿武川ダム	阿武川ダム	0.000	6.51	0.04	0.89	1.49	10.17	0.00	9.91	0.00	1.95	5.62	36.59	0.66	7.21	9.1	10 : 00
56	07022103	阿武川	船戸	船戸橋	0.003	6.55	0.07	0.88	1.54	10.53	0.00	10.12	0.00	2.18	5.74	37.61	0.65	6.84	8.8	9 : 35
57	07022102	阿武川	相原	相原橋	0.000	6.35	0.05	0.82	1.45	10.46	0.00	9.96	0.00	2.29	6.13	37.51	0.64	6.66	8.3	9 : 20
58	07022101	阿武川	小郷	小郷橋	0.000	5.97	0.05	0.84	1.34	8.97	0.00	9.20	0.00	1.87	5.40	33.63	0.65	6.77	8.0	9 : 05
	07022108	沖田川	徳佐駅前	徳佐駅前	0.000	5.41	0.03	0.82	1.13	6.07	0.00	8.71	0.00	4.23	5.45	31.85	0.62	7.10	11.8	14 : 10

(M) 深川川

地点番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学組成 (ppm)										Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻		
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃					SO ₄	Total
59	03072410	深川川	深木	深木橋	0.00	6.43	0.00	0.73	2.09	10.02	0.00	8.15	0.00	1.60	4.84	33.86	0.79	7.25	18.7	16 : 50
60	03072412	深川川	湯本温泉	せせらぎ橋	0.00	6.45	0.00	0.73	1.03	4.50	0.00	8.26	0.00	1.58	4.83	27.38	0.78	7.26	18.8	18 : 43
61	03072411	深川川	坂持	深川大橋	0.00	6.84	0.01	0.79	1.05	4.44	0.00	8.67	0.00	1.51	5.18	28.49	0.79	7.22	19.7	17 : 50
59	03120804	深川川	深木	深木橋	0.011	7.35	0.01	0.75	1.44	8.77	0.00	7.88	0.00	2.66	5.55	34.42	0.93	7.49	9.4	12 : 20
60	03120803	深川川	湯本温泉	せせらぎ橋	0.002	7.51	0.00	0.79	1.45	9.92	0.04	8.21	0.00	2.55	5.88	36.36	0.91	7.51	8.9	10 : 10
60	03120802	深川川	湯本温泉	おとづれ橋	0.003	8.19	0.00	0.87	1.60	9.15	0.05	8.70	0.00	2.58	6.50	37.63	0.94	7.22	8.8	9 : 20
61	03120801	深川川	坂持	深川大橋	0.006	8.29	0.01	0.91	1.47	9.97	0.05	8.98	0.07	2.21	6.56	97.52	0.92	7.10	8 : 46	
59	05101406	深川川	深木	深木橋	0.000	6.90	0.00	0.64	1.57	11.40	0.000	8.20	0.00	2.10	5.34	36.15	0.84	7.60	19.4	11 : 10
60	05101407	深川川	湯本温泉	湯本大橋	0.000	7.68	0.00	0.74	1.58	9.78	0.052	8.91	0.00	1.94	5.91	36.59	0.86	7.70	21.3	12 : 20
61	05101408	深川川	坂持	直接	0.000	7.82	0.00	0.82	1.63	10.10	0.055	9.27	0.12	1.84	6.19	37.85	0.84	7.52	21.4	13 : 00
59	07022001	深川川	深木	深木橋	0.000	5.84	0.05	0.54	1.44	8.88	0.00	9.79	0.00	5.39	5.74	37.67	0.60	7.56	8.3	9 : 45
60	07022002	深川川	湯本温泉	湯本大橋	0.000	6.51	0.05	0.59	1.47	7.67	0.00	10.52	0.00	5.47	6.21	38.50	0.62	7.32	9.0	11 : 25
61	07022003	深川川	坂持	直接	0.000	6.55	0.07	0.67	1.52	8.28	0.00	10.86	0.00	5.52	6.37	39.84	0.60	6.65	9.7	12 : 40

(N) 厚狭川

地点番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学組成 (ppm)												Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃	SO ₄	Total				
62	03072501	厚狭川	於福	於福橋	0.00	5.64	0.02	0.65	1.38	9.91	0.00	7.34	0.00	1.85	6.55	33.34	0.77	7.37	17.7	8 : 55
63	03072502	厚狭川	南大嶺	叔父ヶ瀬橋	0.00	8.47	0.00	1.14	2.98	23.21	0.00	8.10	0.00	2.01	12.56	58.48	1.05	7.83	19.4	10 : 55

64	03072503	厚狭川	厚保	千歳橋	0.00	8.09	0.00	1.06	2.94	20.65	0.00	7.73	0.00	1.77	13.91	56.15	1.05	7.87	19.5	12 : 35
65	03072504	厚狭川	厚保	鴨橋	0.00	7.78	0.00	1.17	2.49	16.58	0.00	7.74	0.00	1.95	11.94	49.65	1.00	7.92	20.0	14 : 25
62	03120805	厚狭川	於福	於福橋	—	5.97	0.00	0.73	1.68	18.17	0.00	7.23	0.00	2.10	6.65	42.53	0.83	8.39	11.4	
62	03120901	厚狭川	於福	於福橋	0.00	6.09	0.03	0.91	1.66	19.28	0.00	7.62	0.00	2.28	7.04	44.90	0.80	7.59	10.5	8 : 50
63	03120903	厚狭川	南大嶺	叔父ヶ瀬橋	0.00	12.57	0.00	1.32	3.78	40.08	0.00	10.13	0.00	2.70	14.76	85.33	1.24	8.02	8.9	10 : 50
64	03120904	厚狭川	厚保	千歳橋	0.00	14.06	0.00	1.57	3.91	36.31	0.00	11.21	0.00	2.22	17.59	86.87	1.25	8.27	8.6	13 : 00
65	03120905	厚狭川	厚保	鴨橋	0.00	11.77	0.02	1.47	3.35	27.92	0.00	10.24	0.00	1.96	13.87	70.60	1.15	8.40	9.2	14 : 15
	03120902	湧水	於福	送水ポンプ所	0.00	5.20	0.00	0.58	1.04	22.72	0.00	6.76	0.00	2.19	5.02	43.50	0.77	7.94	13.7	9 : 55
62	05101404	厚狭川	於福	於福橋	0.00	5.60	0.00	0.64	1.77	18.19	0.00	7.46	0.00	2.26	6.55	42.46	0.75	7.68	18.8	9 : 18
63	05101403	厚狭川	南大嶺	叔父ヶ瀬橋	0.00	11.21	0.00	1.09	4.10	38.06	0.00	9.18	0.00	2.63	14.72	80.98	1.22	7.59	20.2	8 : 15
64	05101402	厚狭川	厚保	千歳橋	0.00	12.63	0.00	1.30	4.15	33.91	0.00	11.63	0.00	1.90	17.96	83.49	1.09	7.80	20.5	6 : 45
65	05101401	厚狭川	厚保	鴨橋	0.00	10.91	0.00	1.20	3.45	25.98	0.00	10.26	0.00	1.79	14.19	67.79	1.06	7.83	20.5	5 : 50
	05101405	湧水	於福	送水ポンプ所	0.00	4.49	0.00	0.42	1.13	21.25	0.00	6.69	0.00	3.45	4.46	41.90	0.67	7.61	14.0	9 : 30
62	07021904	厚狭川	於福	於福橋	0.00	5.19	0.03	0.53	1.74	11.80	0.00	9.64	0.00	4.42	6.97	40.32	0.54	7.44	10.7	17 : 25
63	07021903	厚狭川	南大嶺	叔父ヶ瀬橋	0.00	8.22	0.03	0.90	2.88	24.19	0.00	12.05	0.00	4.52	12.90	65.68	0.68	7.66	11.1	15 : 10
64	07021902	厚狭川	厚保	千歳橋	0.00	8.11	0.04	0.99	2.89	23.24	0.00	11.43	0.00	4.29	13.97	64.97	0.71	7.49	9.8	13 : 35
65	07021901	厚狭川	厚保	鴨橋	0.00	8.03	0.03	1.02	2.60	19.24	0.02	11.59	0.00	4.14	13.18	59.86	0.69	7.45	9.7	11 : 40
	07021905	湧水	於福	送水ポンプ所	0.00	4.43	0.02	0.38	1.10	21.39	0.00	7.30	0.00	3.26	5.04	42.93	0.61	7.09	14.0	17 : 50

(O) 吉野川水系

地点番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学組成 (ppm)												Na/Cl	pH	水温 (°C)	採水時刻
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃	SO ₄	Total				
66	08072801	吉野川	富永	長湊橋	0.00	1.84	0.05	0.27	0.81	6.64	0.04	1.66	0.00	0.76	4.77	16.83	1.11	6.98	21.2	6 : 30
67	08072803	吉野川	阿波池田	敷之上橋	0.00	2.21	0.09	0.37	1.06	8.04	0.05	1.96	0.00	0.99	5.94	20.73	1.13	6.97	25.2	10 : 25
68	08072804	吉野川	江口	東三好橋	0.00	2.58	0.10	0.48	1.18	8.73	0.05	2.35	0.00	1.14	6.82	23.41	1.09	6.93	27.9	12 : 20
69	08072805	吉野川	孔吹	ふれあい橋	0.00	3.44	0.12	0.77	1.47	10.33	0.05	2.99	0.00	1.68	9.05	29.92	1.15	7.16	29.3	13 : 35
	08072802	南小川	豊永	新豊永橋	0.00	2.65	0.06	0.48	2.15	11.30	0.05	1.88	0.00	1.69	5.85	26.11	1.41	7.04	21.7	6 : 55

(P) 仁淀川

地点番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学組成 (ppm)												Na/Cl	pH	水温 (°C)	採水時刻
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃	SO ₄	Total				
70	08072704	仁淀川	今成	今成橋	0.00	3.61	0.09	0.62	1.75	16.35	0.05	2.60	0.00	1.30	6.27	32.63	1.39	7.43	28.2	11 : 20
72	08072703	仁淀川	柳瀬本村	柳之瀬橋	0.00	3.70	0.07	0.59	1.54	14.63	0.07	2.57	0.00	1.15	6.38	30.69	1.44	7.63	26.2	10 : 53
73	08072702	仁淀川	名越屋	名越屋下橋	0.00	3.40	0.15	0.58	1.61	14.33	0.07	2.53	0.00	1.10	6.29	30.06	1.34	7.14	26.0	10 : 35
74	08072701	仁淀川	波屋	仁淀川橋	0.00	3.60	0.11	0.57	1.56	13.17	0.06	2.55	0.00	1.01	5.98	28.61	1.41	7.13	25.2	10 : 10
70	09053105	仁淀川	今成	今成橋	0.000	3.60	0.10	0.53	1.82	15.37	0.000	2.99	0.00	1.23	6.73	32.38	1.20	—	19.3	10 : 25
71	09053104	仁淀川	横島東	横島橋	0.000	4.02	0.12	0.69	1.74	14.75	0.000	3.40	0.10	1.79	6.78	33.39	1.18	—	20.0	10 : 10
72	09053103	仁淀川	柳瀬本村	柳之瀬橋	0.000	3.65	0.10	0.55	1.69	14.28	0.000	2.88	0.00	1.21	6.80	31.15	1.27	—	18.3	9 : 43
73	09053102	仁淀川	名越屋	名越屋下橋	0.000	3.59	0.10	0.54	1.69	13.98	0.000	2.96	0.00	1.28	7.00	31.14	1.22	—	18.8	9 : 30

74	09053101	仁淀川	波川	仁淀川橋	0.000	3.70	0.12	0.56	1.79	14.30	0.000	2.94	0.00	1.28	6.93	31.61	1.26	—	19.3	9 : 05
(Q) 四万十川水系																				
地点 番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学組成 (ppm)										Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻		
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃					SO ₄	Total
75	08072615	四万十川	船戸	船戸橋	0.00	2.34	0.16	0.52	0.86	17.09	0.05	2.04	0.00	1.49	3.08	27.62	1.15	7.14	20.2	14 : 20
76	08072614	四万十川	大野見奈路	大野見橋	0.00	3.88	0.11	0.49	1.13	9.14	0.06	2.47	0.00	0.75	4.68	22.71	1.57	7.06	24.8	14 : 00
77	08072613	四万十川	米川	四万瀬越橋	0.00	4.49	0.22	0.73	1.02	7.25	0.05	2.74	0.00	0.87	5.62	22.99	1.64	7.35	25.5	13 : 30
78	08072612	四万十川	志和分	志和分大橋	0.00	4.60	0.08	0.63	1.00	7.37	0.05	2.69	0.00	0.77	5.68	22.87	1.71	7.32	27.1	13 : 10
79	08072611	四万十川	若井	若井大橋	0.00	4.84	0.06	0.88	1.15	7.92	0.04	3.43	0.00	1.24	6.63	26.19	1.41	7.22	27.5	12 : 30
80	08072610	四万十川	轟崎	轟崎橋	0.00	5.45	0.10	0.86	1.12	7.67	0.05	3.72	0.00	0.67	25.53	1.46	7.65	29.2	11 : 36	
81	08072608	四万十川	昭和	昭和の大橋	0.00	4.97	0.08	0.70	1.17	8.95	0.04	3.12	0.00	0.42	7.18	26.64	1.60	7.36	28.1	10 : 55
82	08072607	四万十川	中半家	半家大橋	0.00	4.77	0.15	0.73	1.27	9.18	0.05	3.01	0.00	0.55	7.36	27.08	1.59	7.23	29.0	10 : 30
83	08072605	四万十川	奈路	西土佐大橋	0.00	4.88	0.07	0.71	1.26	9.01	0.04	2.86	0.00	0.55	7.09	26.47	1.71	7.25	29.0	9 : 50
84	08072603	四万十川	網代	津大橋	0.00	5.12	0.06	0.81	1.45	10.17	0.05	3.09	0.00	0.47	7.50	28.73	1.65	7.16	29.2	9 : 20
85	08072602	四万十川	川登	川登大橋	0.00	4.79	0.12	0.76	1.37	9.11	0.00	3.37	0.00	0.44	7.64	27.60	1.42	7.03	28.5	8 : 30
86	08072601	四万十川	佐田	佐田の辻下橋	0.00	5.04	0.10	0.81	1.37	8.89	0.00	3.46	0.00	0.48	7.67	27.82	1.46	7.15	28.6	8 : 07
87	08072502	四万十川	中村	渡川大橋	0.00	15.76	0.13	2.56	3.03	7.80	0.05	14.60	0.00	1.14	16.01	61.08	1.08	6.96	29.2	14 : 40
104	08072609	梯原川	田野々	大正橋	0.00	4.45	0.12	0.62	1.24	9.71	0.05	3.91	0.00	0.61	7.25	27.95	1.14	7.39	27.0	11 : 20
108	08072606	広見川	宮地	新川崎橋	0.00	6.60	0.08	1.24	2.10	13.21	0.06	4.69	0.00	0.25	10.19	38.42	1.41	7.69	30.1	10 : 10
109	08072604	目黒川	川口	津野川橋	0.00	4.80	0.06	0.79	1.24	5.67	0.00	3.62	0.00	1.56	6.74	24.48	1.33	7.46	27.6	9 : 32
110	08072501	後川	中村	中村駅前	0.00	48.93	0.12	2.55	6.40	9.91	0.00	84.75	0.00	0.41	19.59	172.67	0.58	6.61	29.3	13 : 55
75	08111301	四万十川	船戸	船戸橋	0.00	3.42	0.04	0.36	1.42	11.37	0.00	2.16	0.00	1.30	5.59	25.66	1.58	7.96	11.7	10 : 10
76	08111302	四万十川	大野見奈路	大野見橋	0.00	3.54	0.02	0.36	1.09	8.25	0.00	2.20	0.00	0.81	4.19	20.45	1.61	7.67	13.0	11 : 08
77	08111303	四万十川	米川	志和分大橋	0.00	3.90	0.04	0.48	0.94	6.70	0.00	2.42	0.00	0.73	4.91	20.11	1.61	7.91	14.6	12 : 10
78	08111304	四万十川	志和分	四万瀬越橋	0.00	3.84	0.02	0.44	0.95	6.76	0.00	2.40	0.00	0.76	4.97	20.15	1.60	7.66	13.7	12 : 25
79	08111305	四万十川	若井	若井大橋	0.00	4.36	0.04	0.70	0.97	6.41	0.00	3.19	0.00	1.68	5.66	23.00	1.37	7.78	15.0	13 : 00
80	08111306	四万十川	轟崎	轟崎橋	0.00	4.81	0.03	0.74	0.93	6.26	0.00	3.28	0.00	0.87	6.14	23.06	1.46	8.03	15.0	13 : 35
81	08111308	四万十川	昭和	昭和の大橋	0.00	4.25	0.04	0.58	1.34	10.29	0.00	2.65	0.00	0.76	6.94	26.85	1.60	8.72	15.9	14 : 35
82	08111309	四万十川	中半家	半家大橋	0.00	4.55	0.03	0.59	1.28	9.28	0.00	2.81	0.00	0.67	7.28	26.49	1.62	8.57	15.9	15 : 03
83	08111311	四万十川	奈路	西土佐大橋	0.00	4.77	0.05	0.71	1.56	10.17	0.00	3.30	0.00	1.15	7.87	29.56	1.45	8.62	15.7	15 : 40
85	08111312	四万十川	川登	川登大橋	0.00	4.72	0.03	0.71	1.38	8.67	0.00	3.19	0.00	1.04	7.27	27.01	1.48	8.06	15.5	16 : 25
86	08111313	四万十川	佐田	佐田の辻下橋	0.00	4.67	0.04	0.78	1.36	8.61	0.00	3.17	0.00	1.14	7.27	27.05	1.47	7.76	15.4	16 : 50
104	08111307	梯原川	田野々	大正橋	0.00	4.53	0.03	0.57	1.27	9.56	0.00	2.57	0.00	0.54	7.54	26.61	1.77	8.11	14.8	14 : 15
108	08111310	広見川	宮地	新川崎橋	0.00	5.42	0.05	1.12	1.90	10.81	0.00	4.11	0.00	1.92	8.92	34.26	1.32	8.80	15.5	15 : 25
75	09053014	四万十川	船戸	船戸橋	0.000	3.31	0.10	0.44	1.11	19.13	0.000	2.90	0.00	1.27	3.73	32.00	1.14	—	17.6	15 : 20
76	09053013	四万十川	大野見奈路	大野見橋	0.000	4.69	0.11	0.57	1.30	10.37	0.000	2.71	0.00	0.58	5.65	25.99	1.73	—	22.6	16 : 40
77	09053012	四万十川	米川	四万瀬越橋	0.000	4.86	0.13	0.67	1.13	8.11	0.000	2.94	0.00	0.84	6.66	25.33	1.65	—	20.9	15 : 30
78	09053011	四万十川	志和分	志和分大橋	0.000	4.96	0.16	0.73	1.12	8.05	0.000	3.11	0.00	1.15	7.16	26.44	1.60	—	23.3	15 : 13
79	09053010	四万十川	若井	若井大橋	0.000	5.48	0.15	1.11	1.26	8.31	0.000	4.54	0.00	1.86	8.13	30.83	1.21	—	23.8	14 : 37

80	09053009	四方十川	轟崎	轟崎大橋	0.000	5.92	0.14	1.01	1.24	8.23	0.000	4.64	0.00	0.53	8.43	30.15	1.27	—	23.3	13 : 50
81	09053007	四方十川	昭和	昭和太橋	0.000	5.45	0.17	0.76	1.52	11.96	0.000	3.40	0.00	0.36	8.69	32.31	1.60	—	23.5	13 : 03
82	09053006	四方十川	中平家	平家大橋	0.000	5.41	0.12	0.75	1.56	11.71	0.000	3.57	0.00	0.41	9.42	32.96	1.52	—	22.5	12 : 05
83	09053005	四方十川	奈路	西土佐大橋	0.000	5.94	0.15	0.94	1.75	12.40	0.000	4.37	0.00	0.48	10.06	36.08	1.36	—	23.1	11 : 48
104	09053008	梅原川	田野々	大正橋	0.000	4.89	0.14	0.63	1.60	13.12	0.000	2.72	0.00	0.40	8.76	32.26	1.80	—	22.2	13 : 36
106	09053001	広見川	興野々	興野々橋	0.000	6.94	0.13	1.45	2.42	17.07	0.161	6.10	0.00	0.48	12.41	47.16	1.14	—	23.4	10 : 37
107	09053003	広見川	松丸	松丸橋	0.000	7.30	0.13	1.78	2.70	17.56	0.437	8.62	0.00	1.03	12.80	52.37	0.85	—	24.5	11 : 07
108	09053004	広見川	宮地	新川崎大橋	0.002	7.73	0.15	1.69	2.78	16.99	0.292	8.17	0.00	0.57	13.31	51.68	0.95	—	24.6	11 : 35
105	09053002	三間川	峠	峠橋	0.000	8.16	0.11	2.72	3.14	17.69	0.167	13.62	0.00	2.16	12.96	60.73	0.60	—	23.5	10 : 52

(R) 筑後川水系

地点番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学組成 (ppm)										Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻		
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃					SO ₄	Total
88	09052810	下室ダム	下室ダム	川畑橋下	0.000	4.22	0.16	1.23	1.53	7.56	0.000	2.09	0.00	1.13	11.81	29.73	2.02	6.49	17.3	17 : 00
89	09052809	下室ダム	下室ダム	下室ダム	0.000	4.46	0.24	1.32	1.62	7.72	0.000	2.22	0.00	0.69	14.02	32.29	2.01	8.77	19.1	16 : 34
90	09052808	松原ダム	松原ダム	松原ダム	0.008	7.26	0.16	2.30	2.02	7.74	0.000	5.29	0.00	1.29	12.81	38.89	1.37	7.43	17.2	18 : 06
91	09052807	大山川	大山川	中央大橋	0.007	7.90	0.18	2.56	1.99	7.66	0.000	5.39	0.07	1.04	12.08	38.87	1.47	8.39	18.9	15 : 40
92	09052806	大山川	日田	大宮大橋	0.006	8.15	0.18	2.53	2.15	8.41	0.000	6.36	0.00	1.56	11.79	41.12	1.28	8.33	18.9	15 : 15
93	09052804	筑後川	日田	銭淵橋	0.011	11.02	0.17	3.41	2.97	10.26	0.052	10.42	0.00	2.23	13.62	54.17	1.06	8.06	19.6	14 : 45
94	09052802	筑後川	吉井	恵蘇宿橋	0.008	9.52	0.17	2.85	2.55	9.10	0.046	7.78	0.00	2.40	12.37	46.80	1.22	7.78	20.7	11 : 05
95	09052801	筑後川	久留米	長門石橋	0.006	10.57	0.18	3.10	2.81	10.42	0.053	8.88	0.00	3.57	12.92	52.50	1.19	7.47	21.1	11 : 32
	09052811	玖珠川	天ヶ瀬	新湯山橋	0.016	12.83	0.16	4.00	3.77	12.12	0.000	13.53	0.00	2.56	15.51	64.48	0.95	—	18.6	17 : 45
	09052805	玖珠川	日田	小淵橋	0.015	12.82	0.19	3.94	3.34	11.11	0.054	11.75	0.00	2.44	13.79	59.46	1.09	8.19	19.4	15 : 00
	09052803	花月川	日田	花月川大橋	0.000	8.32	0.17	2.85	3.00	11.30	0.000	7.21	0.21	3.56	9.78	46.42	1.15	8.40	22.7	14 : 29

(S) 山国川水系

(3) 山国川系

地点番号	試料番号	河川	採水地点	採水場所	化学組成 (ppm)										Na/Cl	pH	水温 (℃)	採水時刻		
					Li	Na	NH ₄	K	Mg	Ca	F	Cl	NO ₂	NO ₃					SO ₄	Total
96	09052902	山国川	大曲	大曲橋	0.000	4.96	0.17	0.51	1.77	11.85	0.000	3.24	0.00	1.67	16.49	40.66	1.53	—	15.5	9 : 40
97	09052901	山国川	山国	宇治見橋	0.000	5.45	0.17	1.21	2.13	11.06	0.000	3.95	0.00	1.67	12.90	38.53	1.38	—	17.1	9 : 00
98	09052903	山国川	橋本	雲与橋	0.000	5.73	0.16	1.65	2.30	10.70	0.052	4.57	0.00	1.54	11.61	38.32	1.25	—	18.5	10 : 20
99	09052907	山国川	上唐原	新山国大橋	0.000	6.22	0.14	1.86	2.16	8.90	0.115	5.01	0.00	1.43	8.48	34.31	1.24	—	19.5	12 : 03
100	09052906	山移川	山移	竹弦橋	0.002	9.32	0.12	3.16	2.00	6.29	0.126	5.45	0.00	2.08	4.88	33.44	1.71	—	17.5	11 : 20
101	09052905	山移川	耶麻渡ダム	大平橋	0.001	7.50	1.23	2.83	1.72	5.50	0.088	4.54	0.00	0.00	4.28	27.68	1.65	—	18.3	11 : 10
102	09052904	山移川	大島	ダム下流の橋	0.000	5.88	0.24	2.17	1.43	4.62	0.053	4.14	0.00	0.83	4.14	23.51	1.42	—	18.5	10 : 35

表 4 日本の河川、河川水の下流に伴う平均順位数の変化からみた河川のパターン分類

地方	河川名	採水区間		採水 場所数	採水時期	パターン分類		備 考	文献
		上流側	下流側			1,2,3	HML		
北海道	1 天塩川	士別	天塩中川	4	2007.7	2.3	H	美深で最大	1)
	2 石狩川	川上	江別	7	2007.7	1	L,H	愛別で最小、深川で最大	1)
	3 斜里川	札弦	中斜里	3	2007.7	1	M		本論文
	4 釧路川	摩周	遠矢	4	2007.7	1	L	塘路で最小	本論文
東北地方 (日本海側)	5 岩木川	弘前	御所川原	3	2003.5	1	M		2)
	6 浅瀬石川	板留	川部	4	1991.11	1	M		3)
	7 米代川	湯瀬	鷹ノ巣	4	2003.5	1	M		2)
	8 雄物川	湯沢	刈和野	3	2003.5	1	(H)	大曲でやや高い	2)
	9 玉川	船場	大曲	4	1991.4,8,10	3	L	長野で最小	4)
	10 最上川	米沢	高屋	6	2002.11,2003.5	1	H,L,H	大石田で最大	2)
	11 小国川	羽前向山	舟形橋	3	'91.4,8,10,02.5,11,03.5	1,2,3	L	瀬見で最小	3)
	12 閉伊川	川内	千徳	4	1991.4,11	1	M	戸草川井で変化' 91.11	4)
	13 北上川	沼宮内	登米	5	2003.5	3	H	盛岡で最大	本論文
	14 江合川	鳴子	北浦	3	2002.5,11,2003.5	1	M		本論文
	15 阿武隈川	白河	福島	3	1991-1999	1	M		3)
東北地方 (太平洋側)	16 荒川(福島)	土湯	福島・信夫橋	7	1998.11,1999.5	1	M	荒川橋で変動	4)
	17 夏井川	小野新町	小川郷	3	'90.4,7,10,12,91.11,03.2	3	M	'03.2で変化有	5)

地方	河川名	採水区分		採水 場所数	採水時期	パターン分類		備 考	文献
		上流側	下流側			1,2,3	H,M,L		
関東地方	18 久慈川	棚倉	河合	6	'91.11,'92.11,'93.11	1	H	堤で急増 (市街地)、河合で減少 (豪雨)	6)
	19 大草川	上豊橋	豊川橋	3	1996.5	1	M		7)
	20 利根川	湯陰曾	羽生	6	1998.10.2001.5	1	M		8)
	21 渡良瀬川	関藤	桐生大橋	6	1998.1	1	L	花輪で下がる	8)
	22 吾妻川	大前	渋川	5	2006.9	3	H	川原湯で最大	8)
	23 碓氷川	横川	群馬八幡	3	2006.9	1	M		8)
	24 鐙川	木宿	場庭	5	2006.9	1	L	下仁田 (東町大橋) で最小	8)
	25 西畑川・夷隅川	西畑	国吉	3	'98.2,'97.5,'98.8,'96.11	1,3	H,M,L	複雑。	9)
	26 養老川	養老溪谷	上総牛久	3	'98.2,'97.5,'98.8,'96.11	1,2,3	H,M,L	複雑。全て同じか里見で最大、最小	9)
	27 荒川 (秩父)	三峰口	熊谷	5	2003.2.2003.5	1	M, L	03.5 三峰口異常に高い	本論文
中部地方 (日本海側)	28 荒川 (越後)	羽前沼川	坂町	4	1990.4,7,10,12	3	L	坂町で海水の影響か	5)
	29 阿賀野川	山都	新津	3	2006.6	3	L	鹿瀬で最小	本論文
	30 只見川	只見	川井	4	2006.6	1	ML	川口で若干下がる	本論文
	31 信濃川	小海	新潟	11	2003.9	1,3	L,L	小海・小諸間で中込、小諸・新潟間長岡	10)
	32 千曲川	小海	長野	4	1998.5	1	H	小諸で最大	10)
	33 中瀬湖、木崎湖・高瀬川	駿場	安曇追分	3	'93.11,'94.11,'95.11	1	M		11)
	34 関川	妙高高原	高田	3	2006.5	1	M		本論文
	35 姫川	犬川橋	小滝	6	'93.11,'94.11,'95.11	1	H	平岩で最大	11)
	36 黒部川	樺平	愛本	4	2006.5	1	H	音沢で最大	12)
	37 宮川・神通川	高山	笹津	5	1997.5,1996.11	1	H	坂上で最大	12)
	38 九頭竜川	角野	福井	6	2001.5,11,2002.10	1	H, L	下荒井で変わる	13)

地方	河川名	採水区間		採水 場所数	採水時期	パターン分類		備考	文献
		上流側	下流側			1,2,3	H,M,L		
中部地方 (太平洋側)	39 狩野川	徳倉橋	港大崎	4	1990.12	1	H	河口近くで海水の影響有	5)
	40 釜無川・富士川	小湍沢	芝川	7	'93.11.94.11.95.11	2	H	波高島で最大(盆地、支流)	11)
	41 大井川	畑雄第二ダム	島田	6	1997.11.1999.5	1	L	千頭で下げる	14)
	42 天竜川	辰野	西鹿島	5	1998.5	3	H,L	諏訪湖より辰野で大、中部天竜で最小	14)
	43 宇連川・豊川	三河河合	江島	4	1998.5	1	H	本長篠で上がる	5)
	44 木曽川	木曽福島	美濃川合	4	1997.5	1	L	大桑、坂下で下げる	12)
近畿地方	45 飛騨川	久々野	古井	5	'97.5.96.11.03.8	3	M	飛騨金山で変化	12)
	46 長良川	北濃	大須	7	2001.5.11	1	L	美濃で下げる	13)
	47 由良川	和知	大江	4	2001.11	1	M		本論文
	48 円山川	新井	江原	3	1999.11.2000.5	1	H	全体に高い、和田山で最大	15)
	49 雲出川	奥津	大仰	4	2005.3.2005.7	1	M		16)
	50 紀ノ川	上市	船戸	4	2005.3.2005.7	1	M		16)
中国地方 (日本海側)	51 桂川・淀川	船岡	淀	5	2001.11	1	H	淀で最大	本論文
	52 市川	生野	仁豊野	4	1999.11.2000.5	1,2	L	寺前で最小、生野で大	15)
	53 日野川	生山	岸本	4	'99.11.00.5.01.11	1	L	生山、根雨でやや下がる	15)
	54 江の川	三次	川本	6	2003.7	1	L,H	浜原で最大	本論文
	55 高津川	六日市町	横田	4	1999.11.2000.5	1	H, L	柚木の柳原で上げバス停で下げる	15)
	56 津和野川	津和野駅前	日原	3	2001.11.2003.7	1	H	青野山駅前で最大、三軒家で最小かつ千原で最大	15),17)
中国地方 (瀬戸内海側)	57 阿武川	徳佐	小郷	7	2003.12.2007.2	1	H	阿武川ダムまたは船戸で最大	本論文
	58 深川川	渋木	板持	3	2003.7	1	L	深川温泉で最小	本論文
	59 高梁川	新見	清音	3	'99.11.00.5.01.11	1,2	M, L	高梁で最小、新見で最小も有	15)
	60 芦田川	三川	戸手	5	2003.7	1	L	河佐で最小	本論文
	61 錦川	錦町	新岩国	3	1999.11.2000.5	1,2	H,M	棕野で上がるか	15)
	62 厚狭川	於福	厚狭	4	2003.7	1	H	南大嶺で最大	本論文

地方	河川名	採水区間		採水 場所数	採水時期	パターン分類		備 考	文献
		上流側	下流側			1,2,3	H,M,L		
四国地方	63 吉野川	富永	孔吹	4	2008.7	1	M	典型的な 1M 2008.7 では 1M だが 2009.5 では乱れる 志和分で最小か、最大は不確か 松丸で F,Cl 高い	本論文
	64 仁淀川	今成	波川	4	2008.7,2009.5	1.3	MHL		本論文
	65 四万十川	船戸	佐田	12	08.7,08.11,09.5	1	L, (H)		本論文
	66 広見川	興野々	宮地	3	2009.5	1	M か H		本論文
九州地方	67 筑後川	蜂の巣湖	久留米	8	2009.5	1	M	山国で最大だが差は小さい	本論文
	68 山国川	大曲	上唐原	4	2009.5	2	H		本論文
	69 山移川	竹弦橋	ダム下流	3	2009.5	3	M		本論文

文献

- 1) 東洋大学紀要, 自然科学篇, 52号: 187~199 (西山勉), 平成20年3月 (2008)
- 2) 東洋大学紀要, 自然科学篇, 49号: 153~166 (西山勉), 平成17年3月 (2005)
- 3) 東洋大学紀要, 自然科学篇, 48号: 151~186 (西山勉), 平成16年3月 (2004)
- 4) 東洋大学紀要, 教養課程篇 (自然科学), 44号: 97~117 (西山勉), 平成12年3月 (2000)
- 5) 東洋大学紀要, 教養課程篇 (自然科学), 36号: 39~51 (西山勉), 平成4年3月 (1992)
- 6) 東洋大学紀要, 教養課程篇 (自然科学), 39号: 93~105 (西山勉), 平成8年3月 (1995)
- 7) 東洋大学紀要, 教養課程篇 (自然科学), 41号: 39~56 (西山勉), 平成10年3月 (1997)
- 8) 東洋大学紀要, 自然科学篇, 53号: 159~177 (西山勉), 平成21年3月 (2009)
- 9) 東洋大学紀要, 教養課程篇 (自然科学), 43号: 63~69 (西山勉), 平成11年3月 (1999)
- 10) 東洋大学紀要, 自然科学篇, 51号: 133~152 (西山勉), 平成19年3月 (2007)
- 11) 東洋大学紀要, 教養課程篇 (自然科学), 42号: 27~43 (西山勉), 平成10年3月 (1998)
- 12) 東洋大学紀要, 自然科学篇, 53号: 139~157 (西山勉), 平成21年3月 (2009)
- 13) 東洋大学紀要, 自然科学篇, 47号: 109~126 (西山勉), 平成15年3月 (2003)
- 14) 東洋大学紀要, 自然科学篇, 52号: 201~214 (西山勉), 平成20年3月 (2008)
- 15) 東洋大学紀要, 自然科学篇, 46号: 61~84 (西山勉), 平成14年3月 (2002)
- 16) 東洋大学紀要, 自然科学篇, 50号: 163~173 (西山勉), 平成18年3月 (2006)
- 17) 東洋大学紀要, 自然科学篇, 48号: 187~193 (西山勉), 平成16年3月 (2004)

本論文: 東洋大学紀要, 自然科学篇, 54号: 167~230 (西山勉), 平成22年3月 (2010)

参考文献

- 富田和子（1993）日本の米，中公新書，198.
- 西山 勉（1992）河川水の化学組成についてのクラスター分析と因子分析．東洋大学紀要 教養課程篇（自然科学）36, 39-51.
- 西山 勉（2000）東北地方の荒川（福島），閉伊川，平川の化学組成．東洋大学紀要 教養課程篇（自然科学）44, 97-117.
- 西山 勉（2004）日本の本州を流れる河川の下流に伴う河川水中の陰陽イオン濃度の変化とその整理分類について．東洋大学紀要 自然科学篇 48, 151-186.
- 日本の河川環境Ⅱ（2004）第4回自然環境保全基礎調査河川調査報告書（全国版），環境庁自然保護局編集，自然環境研究センター，54.
- 日本の地質1 北海道地方（1990）日本の地質「北海道地方」編集委員会編，共立出版：153, 173, 195.
- 日本の地質7 中国地方（1987）日本の地質「中国地方」編集委員会編，共立出版：68, 198, 203.
- 日本の地質8 四国地方（1987）日本の地質「四国地方」編集委員会編，共立出版：203.
- 白水晴雄（1994）温泉のはなし．技報堂出版，185.
- 埼玉県（1987）荒川 自然—荒川総合調査報告書，埼玉県，23-37.
- 松下竜一（1977）砦に拠る，筑摩書房.
- 渡辺 慧（1978）認識とパターン，岩波新書，90-101.